

**MANUAL PARA EL INGENIERO CIVIL  
DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y SUPERVISIÓN  
DE GASODUCTOS EN EDIFICACIONES**

**PROPUESTA DE GRADO**

**TRABAJO DE GRADO**

**JORGE GONGORA ROMERO**

**UNIVERSIDAD MILITAR “NUEVA GRANADA”**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**INGENIERIA CIVIL**

**2016**

**Manual Para El Ingeniero Civil**  
**Diseño, Construcción y Supervisión**  
**De Gasoductos En Edificaciones**

**JORGE GONGORA ROMERO**

**D7300058**

**Una Tesis Presentada Para Obtener El Título De**

**Ingeniero Civil**

**Universidad Militar Nueva Granada**

**DIRECTOR:**

**Ing.: JAVIER FERNANDO DIAZ CELY**

**Universidad Militar Nueva Granada**

**Facultad de estudios a distancia FAEDIS**

**Ingeniería Civil**

**Agosto 2016**

## *Dedicatoria*

*Al servicio nacional de Aprendizaje SENA Motor de mi vida, motor de mi familia, motor de mi país.*

## **AGRADECIMIENTOS**

En particular a todas aquellas personas que con su conocimiento han forjado ingeniería en mi pensamiento, desde la pequeña infancia hasta este periodo de estudios porque con su entusiasmo en el trabajo ayudan a generar nuevas herramientas para mejorar la calidad de vida de las personas.



## **RESUMEN**

De acuerdo con la LEY de servicios públicos en Colombia, en concordancia a la normatividad que reglamenta y las entidades que vigilan la prestación del servicio de gas combustible por ductos; Este manual sirve de guía al ingeniero civil para tomar las decisiones pertinentes en todas las etapas que involucran su conocimiento como ingeniero para la prestación de un servicio seguro y responsable de redes a gas en edificaciones.

Bogotá, D.C., diciembre 3 de 2016

Señores:

COMITÉ DE OPCIÓN DE GRADO

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

Bogotá D.C

**Ref.:** Presentación propuesta

En cumplimiento del reglamento de la Facultad para el desarrollo de la Opción de Grado, me permito presentar para los fines pertinentes la propuesta titulada: “Manual Para El Ingeniero Civil De Diseño, Construcción y Supervisión De Gasoductos En Edificaciones”.

El Director es el Ing. Civil JAVIER FERNANDO DIAZ CELY

Atentamente,

-----

Jorge gongora romero

Código: 7300058

Estudiante de Ingeniería Civil

## APROBACIÓN

La propuesta de grado titulada “Manual Para El Ingeniero Civil De Diseño, Construcción y Supervisión De Gasoductos En Edificaciones”, opción de grado, presentada por el estudiante JORGE GONGORA ROMERO en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al título de “Ingeniero Civil” fue aprobada por el Director:

-----

Rector Universidad Militar Nueva Granada

<b>Contenido</b>	
<b>Resumen</b>	<b>V</b>
<b>Lista de figuras</b>	<b>XXI</b>
<b>Lista de tablas</b>	<b>XXVII</b>
<b>Lista de gráficos</b>	<b>XXXI</b>
<b>Título</b>	<b>XXXII</b>
<b>Área de aplicación</b>	<b>XXXII</b>
<b>Antecedentes</b>	<b>XXXII</b>
<b>Planteamiento del problema</b>	<b>XXXIV</b>
<b>Marco teórico y estado del arte</b>	<b>XXXIV</b>
<b>Justificación</b>	<b>XXXIV</b>
<b>Objetivos</b>	<b>XXXV</b>
<b>Objetivos específicos</b>	<b>XXXV</b>
<b>Alcance</b>	<b>XXXVI</b>
<b>Delimitación geográfica</b>	<b>XXXVI</b>
<b>Duración</b>	<b>XXXVI</b>
<b>Concepto</b>	<b>XXXVI</b>
<b>Metodología</b>	<b>XXXVI</b>
<b>Prefacio</b>	<b>XXXVI</b>

## **Capítulo 1**

<b>1. Generalidades del gas.</b>	<b>37</b>
<b>1.1 Origen del gas.</b>	<b>37</b>
<b>1.1.1 Gas natural .</b>	<b>37</b>
<b>1.1.1.1. Propiedades de los pozos gasíferos.</b>	<b>39</b>
<b>1.1.1.2. Calculo de reservas.</b>	<b>40</b>
<b>1.1.1.2.1 Metodo volumétrico.</b>	<b>40</b>
<b>1.1.1.3. Principales cuencas gasíferas en Colombia.</b>	<b>41</b>
<b>1.1.2. gas licuado de petróleo.</b>	<b>47</b>
<b>1.2. Propiedades físicas de los gases .</b>	<b>47</b>
<b>1.2.1. Leyes físicas de los gases .</b>	<b>48</b>
<b>1.2.2. Leyes básicas de los gases.</b>	<b>50</b>
<b>1.2.2.1. Ley de Avogadro .</b>	<b>50</b>
<b>1.2.2.2 Ley de Boyle.</b>	<b>52</b>
<b>1.2.2.3 Ley de Charles.</b>	<b>54</b>
<b>1.2.2.4 Ley de Gay-lussac.</b>	<b>55</b>
<b>1.2.2.5 Ley de los gases ideales .</b>	<b>57</b>
<b>1.2.2.6 Ley general de los gases.</b>	<b>58</b>
<b>1.3 Propiedades químicas de los gases hidrocarburos.</b>	<b>59</b>

<b>1.3.1Clasificación de los gases hidrocarburos.</b>	<b>60</b>
<b>1.3.1.1Generalidades.</b>	<b>60</b>
<b>1.3.2. Propiedades físico químicas de los gases hidrocarburos alcanos .</b>	<b>61</b>
<b>1.3.2.1. Propiedades físicas.</b>	<b>61</b>
<b>1.3.2.2. Propiedades energéticas .</b>	<b>64</b>
<b>1.3.3. Gas natural y GLP.</b>	<b>64</b>
<b>1.3.3.1. Gravedad especifica .</b>	<b>66</b>
<b>1.3.3.2. Poder calorífico de los gases combustibles.</b>	<b>67</b>
<b>1.3.3.3. Poder calorífico superior.</b>	<b>67</b>
<b>1.3.3.4. Poder calorífico Inferior..</b>	<b>67</b>
<b>1.3.3.5. Indice de wobbe.</b>	<b>67</b>
<b>1.3.3.6. Presión de vapor.</b>	<b>68</b>
<b>1.3.3.7. Punto de ebullición.</b>	<b>68</b>
<b>1.3.3.8 Límite de inflamabilidad.</b>	<b>69</b>
<b>1.3.3.9. Límite inferior de inflamabilidad.</b>	<b>69</b>
<b>1.3.3.10. Límite superior de inflamabilidad.</b>	<b>69</b>
<b>1.3.3.11. Condiciones críticas de los gases.</b>	<b>69</b>
<b>1.3.3.12. Calor latente de vaporización.</b>	<b>70</b>

<b>1.3.3.13. Expansión volumétrica por unidad de volumen líquido de gas.</b>	<b>70</b>
<b>1.3.4. Familia de los gases.</b>	<b>71</b>
<b>1.3.4.1. Gases de la primera familia.</b>	<b>71</b>
<b>1.3.4.2. Gases de la segunda familia .</b>	<b>71</b>
<b>1.3.4.3. Gases de la tercera familia.</b>	<b>71</b>
<b>1.4. Usos del gas.</b>	<b>71</b>
<b>1.4.1. Uso domestico.</b>	<b>72</b>
<b>1.4.2. Uso comercial</b>	<b>72</b>
<b>1.4.3. Uso industrial.</b>	<b>72</b>
<b>1.5 Historia energética del gas en Colombia.</b>	<b>73</b>
<b>1.6. Normatividad del sector del gas en Colombia .</b>	<b>75</b>
<b>1.6.1. Estructura legislativa .</b>	<b>75</b>
<b>1.6.1.1. Agencia Nacional De Hidrocarburos.</b>	<b>75</b>
<b>1.6.1.2. Cámaras de comercio. Art. 54.</b>	<b>76</b>
<b>1.6.1.3 Comisión De Regulación De Energía Y Gas, Creg.</b>	<b>76</b>
<b>1.6.1.4 Comités De Desarrollo Y Control Y Social De Los Servicios Públicos Domiciliarios. Art. 63. Ley 142 De 1994 .</b>	<b>76</b>
<b>1.6.1.5 El Consejo Nacional De Política Económica Y Social, CONPES .</b>	<b>76</b>

<b>1.6.1.6 Contraloría General De La República. Art.276 Cnc.</b>	<b>77</b>
<b>1.6.1.7. ECOGAS. LEY 401 DE 1997. ART. 1º— Creación.</b>	<b>77</b>
<b>1.6.1.8. Ecopetrol S.A. Decreto 1760 De 2003art. 23.</b>	<b>77</b>
<b>1.6.1.9. Empresas De Servicios Públicos. Ley 142 De 1994. Art. 18.</b>	<b>78</b>
<b>1.6.1.10. Superintendencia De Servicios Públicos. Ley 689 De 2001. Art. 79.</b>	<b>78</b>
<b>1.6.1.11. Superintendencia De Industria Y Comercio. Ley 142 De 1994. Art. 185.</b>	<b>78</b>
<b>1.7. Normatividad técnica</b>	<b>79</b>
<b>1.7. Tubería</b>	<b>79</b>
<b>1.7.2. Válvulas</b>	<b>81</b>
<b>1.7.3 Medición y regulación</b>	<b>83</b>
<b>1.7.4. Accesorios</b>	<b>85</b>
<b>1.7.5. Equipos de cocción</b>	<b>86</b>
<b>1.7.6 Ventilación.</b>	<b>87</b>
<b>1.7.7. Glp</b>	<b>88</b>
<b>1.7.8 Gasoductos en edificaciones.</b>	<b>88</b>
<b>1.8 Aspectos ambientales sobre el sector del gas.</b>	<b>89</b>
<b>1.8.1 Resolución 057 De 1996.</b>	<b>89</b>
<b>1.8.2 Etapa de planificación</b>	<b>91</b>



## **Capítulo 2.**

<b>2.1 Fundamentos técnicos para el diseñador.</b>	<b>92</b>
<b>2.1.1 Glosario de términos.</b>	<b>92</b>
<b>2.1.2 Planos.</b>	<b>98</b>
<b>2.1.2.1 Plano de localización y replanteo.</b>	<b>98</b>
<b>2.1.2.1.1 Plano de localización</b>	<b>98</b>
<b>2.1.2.1.2 Plano de replanteo.</b>	<b>100</b>
<b>2.1.2.1.3 Planos de cimentación.</b>	<b>101</b>
<b>2.1.2.1.4 Plano de distribución arquitectónica.</b>	<b>102</b>
<b>2.1.2.1.5 Planos de corte.</b>	<b>103</b>
<b>2.1.2.1.6 Plano de cubierta.</b>	<b>104</b>
<b>2.1.2.1.7 Planos de fachada.</b>	<b>106</b>
<b>2.1.2.2 Planos técnicos.</b>	<b>107</b>
<b>2.1.2.2.1 Plano eléctrico.</b>	<b>107</b>
<b>2.1.2.3 Planos de detalle.</b>	<b>108</b>
<b>2.1.2.3.1 Plano de escalera.</b>	<b>108</b>
<b>2.1.2.4 Planos de isometría.</b>	<b>109</b>
<b>2.1.2.4.1 Plano hidráulico.</b>	<b>109</b>

<b>2.1.3. Simbología de redes a gas.</b>	<b>110</b>
<b>2.1.4 Símbolos utilizados para representar instrumentos y equipos .</b>	<b>111</b>
<b>2.1.5 . Descriptiva aplicada a las redes a gas.</b>	<b>115</b>
<b>2.1.5.1 Localización de un punto en el espacio.</b>	<b>115</b>
<b>2.1.5.2. Localización de una línea en el espacio.</b>	<b>116</b>
<b>2.1.6 Metrología aplicada a las redes a gas.</b>	<b>119</b>
<b>2.1.6.1 Unidades básicas.</b>	<b>119</b>
<b>2.1.6.2. Unidades SI derivadas expresadas a partir de unidades básicas y suplementarias.</b>	<b>120</b>
<b>2.1.6.3. Unidades SI derivadas con nombres y símbolos especiales.</b>	<b>121</b>
<b>2.1.6.4. Unidades SI derivadas expresadas a partir de las que tienen nombres especiales</b>	<b>122</b>
<b>2.1.6.5. Nombres y símbolos especiales de múltiplos y submúltiplos decimales de unidades SI autorizados.</b>	<b>122</b>
<b>2.1.6. 6 Tablas de conversión de unidades.</b>	<b>123</b>
<b>2.1.6.7. Conversión entre unidades de longitud S.I y sistema británico.</b>	<b>124</b>
<b>2.2. Termodinámica</b>	<b>128</b>
<b>2.2.1. Equilibrio termodinámico</b>	<b>129</b>
<b>2.2.2. Primer principio de la termodinámica.</b>	<b>129</b>

<b>2.2.3. Capacidad calorífica de un gas ideal.</b>	<b>129</b>
<b>2.2.4 Entalpia .</b>	<b>131</b>
<b>2.2.5. Análisis de la combustión.</b>	<b>132</b>
<b>2.2.6. Aire para la combustión.</b>	<b>132</b>
<b>2.2.7. Cantidad de sustancia</b>	<b>133</b>
<b>2.2.8 .Masa molecular.</b>	<b>133</b>
<b>2.2.9 .Cantidad de aire para la combustión (mol).</b>	<b>134</b>
<b>2.2.10. Aire estequiometrico</b>	<b>134</b>
<b>2.2.11. Comportamiento de los gases combustibles comerciales en espacios confinados.</b>	<b>135</b>
<b>2.2.12. Comportamiento del gas en ductos de sección circular.</b>	<b>137</b>
<b>Capítulo 3</b>	
<b>3.1. Características de los materiales necesarios para redes a gas</b>	<b>144</b>
<b>3.2 .Tubería de cobre.</b>	<b>145</b>
<b>3.1.2. Tubería tipo K y tipo L tubo rígido</b>	<b>145</b>
<b>3.1.2.1. Usos y consideraciones normativas para redes internas</b>	<b>145</b>
<b>3.1.2.2. Usos Y Consideraciones Normativas Para Redes Externas.</b>	<b>146</b>
<b>3.1.3. Tubería flexible.</b>	<b>151</b>

<b>3.1.3.1. Instalaciones internas</b>	<b>151</b>
<b>3.2 Tubería de Acero .</b>	<b>154</b>
<b>3.3.1 Tubería acero al carbón negro.</b>	<b>156</b>
<b>3.3.1.1 Usos y consideraciones normativas</b>	<b>156</b>
<b>3.3.2 Tubería acero Galvanizado al carbón</b>	<b>159</b>
<b>3.3.2 Tubería acero Galvanizado al carbón</b>	<b>162</b>
<b>3.3.4 Tubería en Aluminio.</b>	<b>165</b>
<b>3.3.5 Tubería en Acero CSST.</b>	<b>169</b>
<b>3.3.6. Tubería PE- AL - PE</b>	<b>171</b>
<b>3.4. Elementos para unión, cambio de giro o derivación de fluidos.</b>	<b>173</b>
<b>3.5. Elementos Para El Control De Fluidos.</b>	<b>186</b>
<b>3.6. Elementos De Fijación.</b>	<b>188</b>
<b>Capítulo 4</b>	
<b>4.1. Herramienta Y Equipos Utilizados Para La Instalación De Redes A Gas.</b>	<b>194</b>
<b>4.1.1. herramienta manual.</b>	<b>194</b>
<b>4.1.2. herramienta electrónica.</b>	<b>197</b>
<b>4.1.3. Herramienta Electro manual.</b>	<b>199</b>
<b>4.1.4. Equipos de consumo a gas.</b>	<b>202</b>
<b>4.1.5. Características de los equipos de regulación y medición de gas.</b>	<b>206</b>
<b>4.1.5.1 Tipos de reguladores.</b>	<b>207</b>

<b>4.1.5. 2. Tipos de medidores.</b>	<b>212</b>
--------------------------------------	------------

## **capitulo 5**

<b>5.1. Fenómenos de corrosión en las instalaciones de redes a gas.</b>	<b>216</b>
---	------------

<b>5.1.1 Ionización.</b>	<b>216</b>
--------------------------	------------

<b>5.1.2. Reducción.</b>	<b>217</b>
--------------------------	------------

<b>5.1.3. Electrolito.</b>	<b>218</b>
----------------------------	------------

<b>5.1.4. Tipos De Corrosión.</b>	<b>219</b>
-----------------------------------	------------

<b>5.1.5. Mecanismos De Protección.</b>	<b>219</b>
---	------------

## **Capitulo 6**

<b>6.1. Etapas de diseño para gas natural y para glp.</b>	<b>220</b>
---	------------

<b>6.1.1. Regulación en una única etapa.</b>	<b>221</b>
--	------------

<b>6.1.2. Regulación en dos etapas.</b>	<b>221</b>
---	------------

<b>6.1.3. Regulación en tres etapas.</b>	<b>224</b>
--	------------

## **Capitulo 7**

<b>7.1 . Diseño de redes GN.</b>	<b>225</b>
----------------------------------	------------

<b>7.1.1 Diseño a baja presión.</b>	<b>225</b>
-------------------------------------	------------

<b>7.1.1.1Parámetros de diseño.</b>	<b>225</b>
-------------------------------------	------------

<b>7.1.1.1.1. Coeficiente de simultaneidad.</b>	<b>225</b>
---	------------

<b>7.1.1.1.2. Consumo energético o potencia instalada</b>	<b>226</b>
---	------------

<b>7.1.1.1.3. Perdidas admisibles en el diseño.</b>	<b>228</b>
---	------------

<b>7.1.1.1.4. Formula de pole.</b>	<b>229</b>
------------------------------------	------------

<b>7.1.1.1.5. Formula de polyflo.</b>	<b>230</b>
---------------------------------------	------------

<b>7.1.1.1.6. Formula de renouard.</b>	<b>230</b>
--	------------

<b>7.1.1.1.8. Velocidad del gas dentro de las redes para baja presión.</b>	<b>231</b>
<b>7.1.1.2.1 .Diseño a media presión.</b>	<b>231</b>
<b>7.1.1.2.2 . Formula de mueller.</b>	<b>231</b>
<b>7.1.1.2.3 . Velocidad en el tramo.</b>	<b>232</b>
<b>7.1.1.2.4 . Longitud equivalente.</b>	<b>233</b>
<b>7.2. Diseño de redes glp con tanque estacionario.</b>	<b>233</b>
<b>7.2. 1. Parámetros de diseño para los tanques estacionarios de almacenamiento.</b>	<b>234</b>
<b>7.2. 1.1. Tipo de recipientes.</b>	<b>238</b>
<b>7.2. 1.2. Distancias de funcionamiento.</b>	<b>234</b>
<b>7.2. 1.3. Almacenamiento.</b>	<b>235</b>
<b>7.2. 1.4. Determinación de capacidad de gas de un tanque estacionario.</b>	<b>236</b>
<b>7.2. 1.5. Calculo de tamaño del tqe.</b>	<b>238</b>
<b>7.3 . Etapas de transición.</b>	<b>238</b>
<b>7.3.1. Acometida individual residencial única etapa de regulación.</b>	<b>240</b>
<b>7.3.2. Acometida colectiva residencial única etapa de regulación.</b>	<b>242</b>
<b>7.3.3. Acometida comercial.</b>	<b>244</b>
<b>7.3.4. Acometida industrial.</b>	<b>246</b>
<b>Capitulo 8</b>	
<b>8.1. Aspectos Técnicos De Seguridad En Las Instalaciones.</b>	<b>248</b>
<b>8.1.1.Ventilación de ambientes.</b>	<b>248</b>

<b>8.1.2. Manejo de la ventilación.</b>	<b>249</b>
<b>8.1.2.1. Ventilación de los espacios confinados.</b>	<b>249</b>
<b>8.1.3. Evacuación de gases de la combustión.</b>	<b>250</b>
<b>Capitulo 9</b>	
<b>9.1. Ejemplos de aplicación.</b>	<b>252</b>
<b>9.1.1. Ejemplo de aplicación 1</b>	<b>252</b>
<b>9.1.1.1 Características principales .</b>	<b>252</b>
<b>9.1.2.2. Características específicas.</b>	<b>253</b>
<b>9.1.3.3. Procedimiento.</b>	<b>254</b>
<b>9.1.3.3.1. Calcular la potencia instalada de los Gasodomesticos.</b>	<b>254</b>
<b>9.1.3.3. 2. Calcular la longitud de servicio del aparato crítico.</b>	<b>257</b>
<b>9.1.3.3.3. Calcular el diámetro en el tramo más largo.</b>	<b>260</b>
<b>9.1.3.3.4. Analisis de longitudes equivalentes.</b>	<b>261</b>
<b>9.1.3.3.5. Calculo lontitud total.</b>	<b>262</b>
<b>9.1.3.3.6. Comprobacion del diametro</b>	<b>263</b>
<b>9.1.3.3.7. Análisis de tramos.</b>	<b>263</b>
<b>9.1.2. Ejemplo de aplicación 2</b>	<b>274</b>
<b>9.1.2.1 Características principales .</b>	<b>274</b>

<b>9.1.2.3. Características específicas.</b>	<b>275</b>
<b>9.1.2.4. Procedimiento.</b>	<b>276</b>
<b>9.1.2.3.1. Calcular la potencia instalada de los Gasodomesticos.</b>	<b>276</b>
<b>9.1.2.3. 2. Calcular la eficiencia del servicio.</b>	<b>279</b>
<b>9.1.2.3.3. Calcular el caudal de diseño.</b>	<b>279</b>
<b>9.1.2.3.4. Calcular la longitud de servicio del aparato critico.</b>	<b>280</b>
<b>9.1.2.3.5. Calcular el diametro de suministro.</b>	<b>282</b>
<b>9.1.2.3.6. Se calcula perdida en la entrada.</b>	<b>283</b>
<b>9.1.2.3.7. Análisis de tramos.</b>	<b>283</b>
<b>9.1.3. Ejemplo de aplicación 3</b>	<b>287</b>
<b>Bibliografía y cibergrafía</b>	<b>297</b>



## Lista de figuras

Figura 1 conformacion de yacimientos de gas	38
Figura 2 animacion ley de Avogadro	50
Figura 3 animacion ley de boyle	52
Figura 4 animacion ley de charles	54
Figura 5 ley de gay- lussac	55
Figura 6 ley general de los gases	59
Figura 7 estructura moleculalr metano	60
Figura 8 pentano	60
Figura 9 benceno	61
Figura 10 esquema teas pozos en explotación	73
Figura 11 aire vs otros gases	136
Figura 12 union cobre soldar soldar	174
Figura 13 union hierro galvanizado	174
Figura 14 union racor hembra	175
Figura 15 union racor macho	175
Figura 16 union rcor abocinada	176
Figura 17 union PE-AL-PE	176
Figura 18 codo liso cobre 90°	172
Figura 19 codo bronce soldar roscar hembra	177
Figura 20 codo bronce soldar roscar macho	177
Figura 21 codo bronce roscar roscar	178

Figura 22 codo cobre liso 45 °	179
Figura 23 codo hierro galvanizado	179
Figura 24 codo hembra y macho hierro galvanizado	180
Figura 25 semicodo hierro galvanizado	180
Figura 26 codo calle	180
Figura 27 codo pealpe	181
Figura 28 codo pe-al-pe y hembra	181
Figura 29 conector abocinado	182
Figura 30 union pe-al-pe y hembra	182
Figura 31 union acero ccst ensamble	182
Figura 32 union acero ccst	183
Figura 33 tee cobre liso	183
Figura 34 tee racor abocinado roscado macho	183
Figura 35 tee bronce roscar	184
Figura 36 tee bronce abocinado	184
Figura 37 tee bronce roscar	184
Figura 38 tee hierro galvanizado	185
Figura 39 Tee pe-al-pe	185
Figura 40 reduccion concéntrica hierro galvanizado	185
Figura 41 bushing hierro galvanizado	186
Figura 42 bushing hierro galvanizado macho macho	186
Figura 43 valvula de cierre hembra	187
Figura 44 valvula de cierr macho	187

Figura 45 valvula de cierre pe-al-pe hembra macho	187
Figura 46 valvula en angilo hembra macho	187
Figura 47 valvula solenoide	188
Figura 48 grapa metalica	190
Figura 49 grapa deslizable	190
Figura 50 grapa doble	190
Figura 51 grapa deslizable bajo riel	191
Figura 52 abrazadera para tubo	191
Figura 53 grapa de suspensión	191
Figura 54 soporte para grapas	192
Figura 55 soporte para tubos	192
Figura 56 soporte en angulo para tubos	192
Figura 57 soporte para líneas de tubos	193
Figura 58 soporte para grandes grapas	193
Figura 59 pasa muros	193
Figura 60 herramienta manual	194
Figura 61 herramienta para tubos	195
Figura 62 tarraja manual	195
Figura 63 abocinador	196
Figura 64 doblatubo de resorte	196
Figura 65 corta tubo pe-al-pe	197
Figura 66 odometro	197
Figura 67 odometro	198

Figura 68 detector de metales	198
Figura 69 detector de metales	199
Figura 70 herramienta rotacional	200
Figura 71 compresor de aire	200
Figura 72 tarraja eléctrica	201
Figura 73 refrentador de tubería	201
Figura 74 tarraja eléctrica	202
Figura 75 gasodomeísticos hogar	202
Figura 76 equipos a gas de calefacción	203
Figura 77 equipos a gas de uso industrial	203
Figura 78 esquema caldera	204
Figura 79 cuarto de calderas	204
Figura 80 aire acondicionado industrial	205
Figura 81 cuarto frío	205
Figura 82 cocinas industriales	206
Figura 83 esquema regulador de acción directa	207
Figura 84 esquema de regulador de acción pilotada	208
Figura 85 regulador de flujo axial	209
Figura 86 regulador de flujo radial	210
Figura 87 medidor de flujo volumétrico	212
Figura 88 medidor de acción lobular	213
Figura 89 esquema funcionamiento medidor lobular	213

Figura 90 medidor de caudal másico	214
Figura 91 medidor de presión diferencial.	214
Figura 92 esquema reducción electroquímica	215
Figura 93 esquema celda electroquímica	218
Figura 94 esquema oxidación por anodo de sacrificio	218
Figura 95 esquema básico de distribución interna de redes a gas en hogares	220
Figura 96 esquema regulación en una etapa	221
Figura 97 esquema regulación en dos etapas tipo a	222
Figura 98 esquema regulación en dos etapa tipo b	222
Figura 99 esquema regulación en dos etapas tipo c	223
Figura 100 esquema regulación en tres etapas tipo a	223
Figura 101 esquema regulación en tres etapas tipo b	224
Figura 102 esquema tanque estacionario glp	236
Figura 103 esquema general de acometida de redes a gas	239
Figura 104 esquema en alzado nicho acometida individual una sola etapa de regulación	240
Figura 105 esquema en planta nicho acometida individual una sola etapa de regulación	241
Figura 106 esquema en corte nicho acometida individual una sola etapa de regulación	241
Figura 107 esquema en alzado nicho acometida colectiva una sola etapa de regulación	242
Figura 108 esquema en planta nicho acometida colectiva una sola etapa de regulación	243
Figura 109 esquema en corte nicho acometida colectiva una sola etapa de regulación	243

Figura 110 esquema en alzado nicho acometida individual comercial una sola etapa de regulación	244
Figura 111 esquema en planta nicho acometida individual comercial una sola etapa de regulación	244
Figura 112 esquema en corte nicho acometida individual comercial una sola etapa de regulación	245
Figura 113 esquema en alzado nicho acometida colectiva una sola etapa de regulación	245
Figura 114 esquema en planta nicho acometida colectiva una sola etapa de regulación	245
Figura 115 esquema en corte nicho acometida colectiva una sola etapa de regulación	246
Figura 116 esquema en alzado nicho acometida industrial	246
Figura 117 esquema en corte nicho acometida industrial	246
Figura 118 esquema general gran consumidor	247
Figura 119 isometrico de distribución arquitectónica	253
Figura 120, 124. 128 informacion técnica gasodomestico estufa	254
Figura 121, 125 , 129 informacion técnica gasodomestico calentador acumulador	255
Figura 122, 126, 130 parametros técnicos calentador	256
Figura 123 127 , 131 isometrico ejemplo 1. Ejemplo 2 y ejemplo 3	296

## Lista de tablas

Tabla 1. Reservas de gas natural dic 2013	42
Tabla 2. Distribución reservas probadas dic 2013	43
Tabla 3. Distribución reservas probables dic 2013	43
Tabla 4. Distribución reservas posibles dic 2013	44
Tabla 5. Demanda nacional GBTU	45
Tabla 6. Decrecimiento reservas probadas-probables-posibles	46
Tabla 7. Valores físicos para algunos hidrocarburos	62
Tabla 8 . Valores físicos para GLP Y GN hidrocarburos	63
Tabla 9. Composición general del Gas Natural en Colombia	65
Tabla 10. Composición general del Gas GLP en Colombia	65
Tabla 11. Gravedad especifica de gas	66
Tabla 12. Poder calorífico de los gases combustibles	67
Tabla 13. Presión de vapor	68
Tabla 14. Punto de ebullición	68
Tabla 15. Límite de inflamabilidad	69
Tabla 16. Condiciones críticas de los gases	69
Tabla 17. Calor latente de vaporización	70
Tabla 18. Volumen de gas liquido	70

Tabla 19. Características moleculares de agentes presentes en el proceso de combustión	135
Tabla 20 . Densidad relativa de algunos gases con respecto al air e en condiciones normales (n)	137
tabla 21. referencias normativas colombiana	147
tabla 22. Referencias normativas internacionales – ASTM	147
tabla 23. Tuberia rigida tipo k.	148
tabla 24. Tuberia rigida tipo l	149
tabla 25. Alcance mecanico de trabajo tubos rigido tipo k y l	150
tabla 26. Alcance mecanico de trabajo tubos rigido tipo k y l	150
tabla 27. Referencias normativas colombianas	152
tabla 28. Referencias normativas internacionales – ASTM	152
tabla 28 a. Tuberia flexible tipo k	153
tabla 29. Tuberia flexible tipo l	153
tabla 30. Alcance mecanico de trabajo tubos flexibles tipo k y l	154
tabla 31. Dimensiones tubería de acero.	155
tabla 32. Referencias normativas	156
tabla 33. Referencias normativas internacionales - ASTM ANSI	157
tabla 34. Características tubería negra acero al carbón	157
tabla 35. Alcance mecánico de trabajo tubos negros acero al carbón cedula 40	158
tabla 36. Referencias normativas	160
tabla 37. Características tubería negra acero al carbón	161
tabla 38. Alcance mecanico de trabajo tubos negros acero al carbon cedula 40	162
tabla 39. Referencias normativas	163



tabla 40. Características tubería negra acero al carbón	164
tabla 41. Alcance mecánico de trabajo tubos negros acero al carbón Cedula 40	165
tabla 42. Características tubería de aluminio cedula 40 con cromalum	
Cumple norma aa series 6000	167
tabla 43. Referencias normativas ntc	167
tabla 44. Referencias normativas ASTM	168
tabla 45. Alcance mecánico de trabajo Tubos en aluminio con cromalum cedula 40	168
tabla 46. Tuberin de acero inoxidable csst corrugated stainless steel tubing	170
tabla 47. Referencias normativas ntc	170
tabla 48. Referencias normativas ASTM y ANSI	171
tabla 49. Alcance mecánico de trabajo de acero inoxidable	
(Corrugated stainless steel tubing)	171
tabla 50. Tubería tricapa polietileno aluminio polietileno	173
tabla 51. Separación entre elementos de fijación tramos rectos	189
tabla 52. Factor "c" en función del diámetro para fórmula de pole diseño de líneas a baja	
presión (fórmula de polyflo)	229
tabla 53. Tabla de potencias	233
tabla 54. Tabla de longitudes equivalentes de tubería recta en accesorios	233
tabla 55. Distancias con respecto a edificaciones y entre tanques.	235
tabla 56. Distancias con respecto a edificaciones y entre tanques.	251
tabla 57. Cuadro de longitudes ejemplo 1	258
tabla 58. Valores comerciales tubería en acero galvanizado	261
tabla 59. Tabla para cálculo de longitudes equivalentes	261

tabla 60. Cuadro de longitudes ejemplo 2	264
tabla 61. Tabla para cálculo de longitudes equivalentes	264
tabla 62. Longitud total	264
tabla 63. Tabla para cálculo de longitudes equivalentes	266
tabla 64. Longitud total	266
tabla 65. Cuadro de longitudes	268
tabla 66. Tabla para cálculo de longitudes equivalentes	268
tabla 67. Longitud total	269
tabla 68. cuadro de longitudes	271
tabla 69. Tabla para cálculo de longitudes equivalentes	271
tabla 70. Longitud total	271
tabla 71. Cuadro de longitudes	280
tabla 72. Cuadro de longitudes	282
tabla 73. Factor c de fricción	282
tabla 74. Diámetros comerciales tubería acero galvanizado	284
tabla 75. Tabla para cálculo de longitudes equivalentes	285
tabla 76. Longitud total	286

Lista de gráficos

Grafico 1 plano de localización	98
Grafico 2 plano de replanteo	100
Grafico 3 plano de cimentación	101
Grafico 4 plano de distribución	102
Grafico 5 plano de corte	103
Grafico 6 plano de cubierta	104
Grafico 7 plano de fachada	106
Grafico 8 plano eléctrico	107
Grafico 9 plano de escalera	108
Grafico 10 plano hidráulico	109
Grafico 11 simbología redes a gas	111
Grafico 12 simbología equipos	112
Grafico 13 simbologia instrumentación	113
Grafico 14 simbologia informativa y de control	114
Grafico 15 coordenadas descriptiva de puntos	116
Grafico 16 descriptiva de líneas	117
Grafico 17 isometrico descriptivo	118

## **1. Título**

Manual Para El Ingeniero Civil De Diseño, Construcción y Supervisión De Gasoductos En Edificaciones

## **2. Áreas**

Construcción de redes de fluidos en edificaciones.

## **3. Antecedentes.**

Desde el año de 1961 Colombia opto por el aprovechamiento del gas como recurso energético a partir de ese momento la actividad relacionada con la prestación del servicio de gas en la puerta de los usuarios se ha desarrollado con el avance en materia normativa y creación de nuevos materiales y equipos a gas.

La normatividad que hoy en día tiene el país con respecto a la prestación de un servicio de calidad está ligada con aspectos regulados en cuanto a la calidad del gas, la calidad de los materiales de construcción, la calidad de los instrumentos mecánicos, la calidad de los equipos que funcionan con gas, la calidad de las edificaciones, la calidad arquitectónica de los espacios, la calidad de los operarios dedicados a los montajes, la calidad del medio ambiente y a la calidad de los procesos.

En un principio las redes a gas se diseñaban con base en normas internacionales y se aprovechaba la experiencia de otros países en el tema. Sin embargo a empresas instaladoras no observaban de manera meticulosa procesos que permitieran calidad en la llama de los equipos y en consecuencia la mala combustión siempre estuvo presente en la prestación del servicio sin que se presentaran pérdidas materiales y pérdidas humanas a causa de estos procedimientos constructivos, sin embargo con la aparición de nuevos equipos a gas

comienza a evidenciarse pérdidas humanas por causas de mal dimensionamiento de redes y mala ventilación de recintos, la manipulación de redes por parte de manos inexpertas y algunas veces inescrupulosas fueron detonante de pérdidas materiales a causas de conflagraciones generadas por un uso inadecuado de las redes de gas.

El gas es un combustible y para su conducción en edificaciones se usan tuberías de dimensiones relativamente pequeñas esta apariencia genera un exceso de confianza por parte de los usuarios y por parte de algunos operarios si calificación, esta falsa apreciación derivó en manipulación de redes, para la adición de puntos con fines de conectar nuevos equipos a gas, el resultado ha sido de graves consecuencias por causa de pérdidas humanas y materiales. En virtud de lo anterior el gobierno colombiano especializó el sector del gas en Colombia y creó agencias dedicadas al control del ejercicio de la prestación de un servicio con calidad y anular las pérdidas materiales y humanas. La función de las entidades es reglamentar y normalizar la calidad de la cadena del servicio de gas con base en leyes nacionales, decretos, resoluciones y circulares que obligan a las empresas distribuidoras de gas a establecer procesos asertivos para dar al usuario un diseño de calidad, una instalación de calidad, un monitoreo de calidad, una supervisión de calidad y un mantenimiento de calidad. Para tal fin es indispensable que haya profesionales idóneos con responsabilidad constitucional en el ejercicio del alcance de la prestación de un buen servicio de redes de combustible en edificaciones.

Es por esta razón que cabe la siguiente pregunta. ¿Hasta dónde tiene alcance el ingeniero civil en la proyección, construcción, ampliación, supervisión y mantenimiento de redes a gas?

#### **4. Planteamiento del problema**

Dado que la resolución 90902 de 2013 establece que la constitución y la ley ordena calidad e idoneidad en el suministro de un servicio público de calidad es pertinente preguntar.

¿Tiene el ingeniero civil dado el alcance de sus estudios una guía actualizada sobre la forma como se deben proyectar las redes a gas para edificaciones?

#### **5. Marco teórico y estado del arte**

Actualmente existen normas técnicas para la conformidad de las redes a gas, existen escritos sobre el diseño de redes a gas, el reconocido ingeniero Rafael Pérez Carmona es autor de un libro sobre el tema, la empresa de servicios públicos de Medellín también ha publicado una guía sobre dimensionamiento de redes, la revista construdata también ha publicado artículos, igualmente hay bastante teoría sobre fundamentación teórica de los gases en publicaciones de otros países y también de Colombia. sin embargo, en la actualidad no existe un documento que contemple el diseño de redes y que a su vez ilustre la fundamentación general, histórica, teórica y técnica sobre las redes a gas en edificaciones.

#### **6. Justificación**

El presente manual ilustra el origen y el estado del gas de una manera sencilla y fácil de entender, también se tiene una aproximación del estado actual del recurso energético y la proyección del mismo a 10 años, de manera ilustrativa los principios físico químicos del gas se abordan de manera que el lector entienda el comportamiento y la composición de los gases combustibles usados en las redes a gas, consecuentemente por ser nuestro país un estado de derecho y con base en el espíritu constitucional se aborda la normatividad ligada

al tema de las de redes a gas en Colombia y finalmente se aborda la información necesaria para el diseño de redes a gas de conformidad con la teoría científicamente comprobada y aceptada por las empresas distribuidoras de gas.

## **7. Objetivos**

Elaborar un manual para el ingeniero civil que sirva como referente para la dotación de servicio de suministro de gas en edificaciones.

## **8. Objetivos específicos**

- 1) Explicar el origen del gas
- 2) Conocer el estado actual de las reservas gasíferas
- 3) Informar sobre la evolución del gas en Colombia
- 4) Identificar la entidad relacionada con el sector del gas
- 5) Conocer la normatividad del sector
- 6) Comprender el comportamiento del gas y el alcance de los gases combustibles
- 7) Conocer la terminología sobre las redes a gas
- 8) Identificar la metrología aplicada a las redes a gas
- 9) Conocer el fundamento científico de las fórmulas para diseño
- 10) Identificar materiales, herramientas, equipos e instrumentación usada en redes a gas
- 11) Dimensionar redes
- 12) Verificar recintos
- 13) Orientar condiciones de seguridad

## **9. Alcance**

Dotar de un manual a los ingenieros que opten por el diseño de redes a gas

## **10. Delimitación geográfica**

Este manual opera en todo el territorio nacional colombiano

## **11. Duración**

La parte normativa y de jurisdicción de este manual está en constante evolución.

## **12. Concepto**

El manual en contexto busca ubicar al ingeniero civil en un contexto socio técnico respecto a las redes a gas.

## **13. Metodología**

La metodología del manual está orientada al conocimiento general sobre los aspectos relacionados con la normatividad y las propiedades de los gases par finalmente poder tener el conocimiento para el dimensionamiento de redes a gas, su construcción y sus necesidades futuras.

## **Prefacio**

A partir de la legislación relacionada con las redes a gas en edificaciones y por la enorme responsabilidad social que se debe observar sobre el tema del confort, economía y seguridad de los usuarios de los servicios públicos, se plantea la necesidad de tener herramientas efectivas para el Ingeniero Civil quien de acuerdo a la normatividad vigente del sector del gas es el profesional que debe estar presente en todos los momentos del proceso relacionado a la prestación de un servicio público de calidad.



## **Capítulo 1**

### **1. Generalidades del gas**

#### **1.1 Origen del gas**

##### **1.1.1 Gas natural**

La ley de la conservación de la energía explica como la energía no se crea ni se destruye, simplemente cambia de estado y de huésped, esta primera reflexión es importante para entender el origen del gas natural. Nuestro planeta por 4650 millones de años ha estado bañado por el sol esa energía ha sido absorbida por nuestra maquinas bio que las usa para realizar el trabajo transformador de nuestra tierra.

La dinámica terrestre se ha desarrollado desde la era arcaica hasta nuestra era actual. Cada una de estas eras tiene una duración en el tiempo y se identifica por el tipo de organismo que la habitó y se identifican periodos específicos en ellas, de esta manera llegamos al periodo carbonífero de la era paleozoica hace 345 millones de años aquí se identifica la presencia de bosques de helechos y presencia de reptiles. La dinámica tectónica, los mecanismos del intemperismo, los ciclos estacionarios y glaciaciones han ido acumulando en capas estructurales los sedimentos originados por la dinámica geomorfológica terrestre, eso sedimentos fueron sometidos a presiones y temperaturas que transformaron su estructura molecular dando origen a minerales combustibles actualmente explotados en forma de carbón, petróleo y gas.

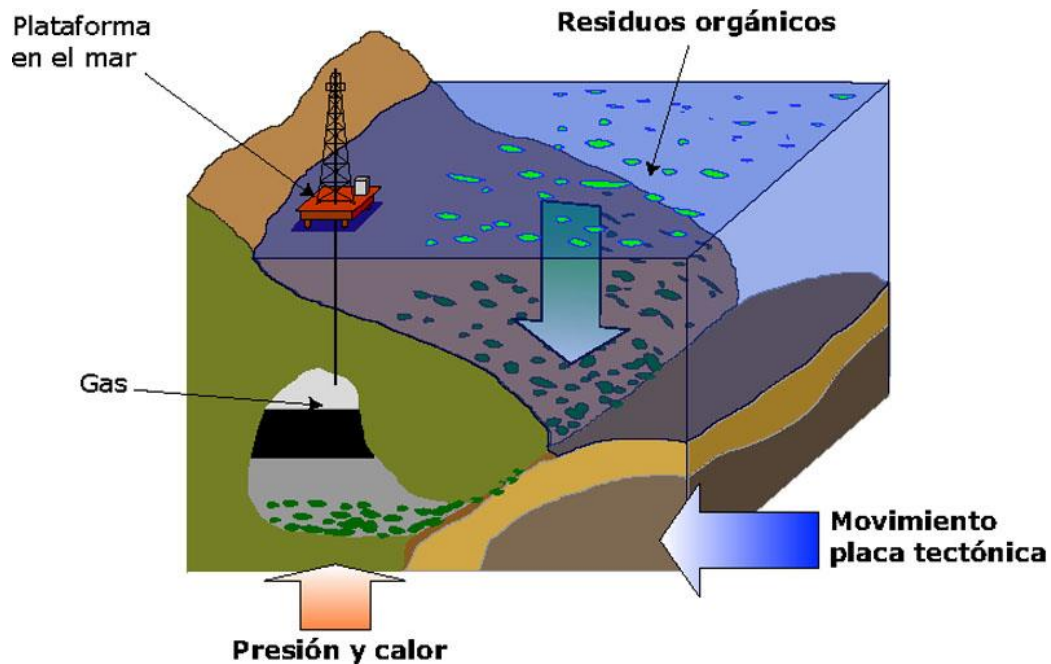


Fig. 1 Fuente: Tomado de presentación presentada por Casilda villescas en slide player.es

Las transformaciones que sufren los sedimentos hasta convertirse en gas natural tiene diversos orígenes; el primero es de tipo termogénico y el segundo biogénico

La primera transformación deriva del gradiente geotérmico al que está expuesto el sedimento y la presión que soporta este material sedimentario, estas variables rompen las cadenas pesadas de los hidrocarburos dejando flotar en la estructura el hidrocarburo más liviano y se encuentran atrapados a profundidades entre los 1000 m y 4000 m.

La segunda transformación está asociada a la acción de organismo bacteriales los cuales descomponen la materia transformándola en gas natural muy cercano a la superficie terrestre con profundidades inferiores a 1000 m.

Otra hipótesis que se le atribuye al origen del gas lo exponen geólogos rusos quienes argumentan un origen abiótico del gas, estiman que el gas se forma en profundidades de

mantos rocosos y migra hacia estructuras más superficiales donde queda atrapado para su posterior explotación.

#### **1.1.1.1 Propiedades de los pozos gasíferos**

Es importante tener en cuenta la diferencia que existe entre el petróleo condensado y el gas, cuando un yacimiento de petróleo en fase de exploración es valorado su capacidad energética se determina por el volumen y el grado (API)

$$API = \frac{141.5}{\left( \frac{\rho_{\text{liquido}}}{\rho_{\text{agua}}} \right)} - 135.5$$

El volumen del reservorio está estimado por varios métodos que permiten cuantificar el espacio intersticial de la formación contenedora para determinar la cantidad de mineral yacente.

Al obedecer a las leyes básicas de los gases, estos reservorios están identificados por la temperatura y presión in situ del recurso energético a mayor presión la energía cinética del gas disminuye consolidándose en vapor condensado (húmedo) y si la presión disminuye, pero la temperatura aumenta se genera un gas más libre (seco) de compuestos asociados a la naturaleza propia del gas.

El gas natural tiene tres aspectos compositivos en su estado natural, casi siempre es posible encontrar gas en pozos explotados, el gas se presenta como un subproducto de la explotación de petróleo y se aprovecha para procesos propios de la explotación y como remanente sin uso particular y en ocasiones para su explotación comercial, este gas se llama asociado (condensado)

### 1.1.1.2 Calculo de reservas

Con una presión absoluta de 14.7 psia. Y una temperatura 15.56 °C como condiciones estándar de medición de reservorios en pies cúbicos se mide de las siguientes maneras; método volumétrico, método de balanceo de materiales y método de declinación de presión P/Z

#### 1.1.1.2.1 Método volumétrico

En donde:

$$G = 43560 * A * H * \% (1 - SW) \frac{1}{bgi}$$

G= Gas inicial del reservorio

43560= Factor de conversión de acres a pies cúbicos

A= Área del reservorio en acres

H= Espesor de arenas netas del reservorio

%= porosidad de la roca reservorio.

Swi= saturación de agua ingnata

Bgi.= factor volumétrico inicial del gas .

La variable de saturación agua ingnata está definida por la cantidad de agua en volumen de poros

Para comprender el termino Bgi. Debemos estimar:

P = Presión del pozo

Pb = Presión base

T = Temperatura de pozo

Tb = Temperatura base

Z y Zb = Factor de compresibilidad del reservorio y de superficie

En la siguiente expresión.

$$B_{gi} = \frac{P_b * T * z}{P * T_b * Z_b}$$

Pero si el barril (bbl) está en condiciones cúbicas estándar (scf) bbl/scf.

La expresión matemática quedara de la siguiente forma.

$$G = 7758 * A * H * \% (1 - S_{wi}) \frac{1}{B_{gi}}$$

Todo esto para campos nuevos. Solo si se tienen datos altamente confiables.

### **1.1.1.3 Principales cuencas gasíferas en Colombia.**

Los panoramas mundiales de las reservas de gas permiten elaborar un concepto sobre el futuro gasífero en Colombia, estos valores permiten apreciar la evolución del suministro energético para nuestro país.

Colombia cuenta con varias instituciones que están al día en mediciones de los reservorios y los pronósticos del consumo doméstico con el propósito de mantener una política constante en busca de fuentes de esta energía y son a continuación; Ecopetrol, la UPME (unidad de planeación minero energética), ANH (agencia nacional de hidrocarburos) CREG (comisión reguladora de energía y gas).

Las reservas de gas en Colombia están clasificadas en; reservas probadas, reservas probables y reservas posibles

Existe un balance probado de las reservas ya que mediante decreto 2100 del 2011 se exige mecanismos para asegurar el abastecimiento mediante operaciones confiables para la explotación de hidrocarburos.

Con base en el artículo de este decreto se expide la resolución 72206 de 2014 del ministerio de minas y energía en el cual obligan a importadores y productores, declarar la producción de los pozos de gas y los compromisos futuros de comercialización como insumo para realizar los balances sectoriales y regionales para proyectar el déficit de abastecimiento del sector de manera gradual hacia el futuro.

El primer informe se registra el 31 de diciembre de 2013 con la siguiente información.

RESERVAS DE GAS NATURAL DIC 2013			
TIPO	UND	CANTIDAD	%
PROBADAS	*TPC	5.51	86
PROBABLES	TPC	0.51	8
POSIBLES	TPC	0.39	6
	TOTAL	6.41	100

Tabla 1. Reservas de gas natural dic 2013

\* Tpc=Terapias cúbicos

DISTRIBUCION RESERVAS PROBADAS DIC 2013			
CUENCA	UND	CANTIDAD	%
LLANOS	TPC	2.755	50
GUAJIRA	TPC	1.7081	31
VALLE INFERIOR MAGDALENA VALLE MEDIO MAGDALENA VALLE SUPERIOR Y CATATUMBO	TPC	1.0469	19

Tabla 2. Distribución reservas probadas dic 2013

DISTRIBUCION RESERVAS PROBABLES DIC 2013			
CUENCA	UND	CANTIDAD	%
LLANOS	TPC	0.186966	36.66
VALLE INFERIOR MAGDALENA	TPC	0.171156	33.56
VALLE MEDIO MAGDALENA	TPC	0.108528	21.28
CATATUMBO	TPC	0.022287	4.37
CORDILLERA ORIENTAL	TPC	0.016779	3.29
VALLE SUPERIOR MAGDALENA	TPC	0.004284	0.84
GUAJIRA	TPC	0	0
TOTAL	TPC	0.51	100

Tabla 3. Distribución reservas probables dic 2013

DISTRIBUCION RESERVAS POSIBLES DIC 2013			
CUENCA	UND	CANTIDAD	%
VALLE INFERIOR MAGDALENA	TPC	0.226161	57.99
VALLE MEDIO MAGDALENA	TPC	0.07137	18.3
LLANOS	TPC	0.059514	15.26
CORDILLERA ORIENTAL	TPC	0.026949	6.91
VALLE SUPERIOR MAGDALENA	TPC	0.006006	1.54
TOTAL	TPC	0.39	100

Tabla 4. Distribución reservas posibles dic 2013

Como resumen se concluye el alto valor energético del valle de la Magdalena y la vertiente oriental del país.

Con base en la demanda nacional el escenario de consumo al 2023 se puede evidenciar en la siguiente información.

DEMANDA NACIONAL GBTU										
SECTOR										
REFINERIA	150	170	220	250	270	290	350	370	430	450
INDUSTRIAL	260	300	310	320	350	360	380	385	390	300
TERMoeLECTRICO	310	270	240	280	300	150	100	105	110	120
TRANSPORTE	90	92	95	97	110	115	120	122	125	130
RESIDENCIAL	130	134	138	138	140	142	145	150	160	165
COMERCIAL	40	45	48	52	60	64	67	70	73	75
PETROQUIMICO	25	26	28	29	22	20	22	24	26	27
AÑO	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023

Tabla 5. Demanda nacional gbtu



Es evidente el crecimiento de la demanda con un consumo importante del sector energético, industrial y minero.

Para equilibrar los factores de mercado se obtiene en el siguiente esquema el alcance de los reservorios a futuro y obtenemos;

TPC	DECRECIMIENTO RESERVAS PROBADAS-PROBABLES-POSIBLES									
6.25	POSIBLES									
6										
5.75	PROBABLES									
5.5										
5.25	PROBADAS									
5										
4.75										
4.5										
4.25										
4										
3.75										
3.5										
3.25										
3										
2.75										
2.5										
2.25										
2										
1.75										
1.5										
1.25										
1										
año	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023

Tabla 6. Decrecimiento reservas probadas-probables-posibles

Este escenario nos conduce a tener previstos tres escenarios para satisfacer el creciente consumo nacional

El primero es incrementar la exploración de nuevos pozos, seguidamente la importación y por último la innovación en nuevos recursos energéticos para evitar la dependencia de los hidrocarburos.

### **1.1.2 Gas licuado de petróleo**

La explotación de petróleo y gas trae como subproducto en un porcentaje por debajo del 6% gases (etano propano u butano) cuyas propiedades físicas le permiten tomar un estado líquido a bajas presiones para facilidad de transporte y distribución en estado líquido. En procesos de refinería la destilación de gasolina también deja como subproducto este tipo de gases que mediante fraccionamiento obtienen sus propiedades.

## **1. 2. Propiedades físicas de los gases**

En general los gases poseen propiedades inherentes a sus estructuras atómicas se considera como gas a los elementos o compuestos cuya apariencia en estado natural presenta uno de los estados básicos de la materia. Este estado es el gaseoso y mientras el estado sólido presenta una geometría definida, el líquido tiende a acomodarse a espacios definidos, el estado gaseoso se presenta en partículas pequeñísimas que al ser confinados se acomodan al medio que los contiene.

En el estado gaseoso se identifican las siguientes propiedades físicas

Forma indefinida

Volumen indefinido

Comprensibilidad límite hasta el estado líquido

Expansibilidad límite hasta generar espacio infinito entre partículas

### **1.2.1 Leyes físicas de los gases**

Los gases poseen una particularidad básica en su estructura general con referencia al comportamiento de sus elementos o compuestos que presentan un modelo de comportamiento físico definido por observaciones y mediciones cuando el gas se somete a valoraciones que representan su:

-Masa

-Presión

-Volumen

-Temperatura

Estas propiedades gaseosas se determinan por el comportamiento natural de los gases y que se exponen en la teoría cinético-molecular que expresa lo siguiente:

-El espacio intermolecular o interatómico es inmenso comparado con el tamaño de sus componentes, lo que concluye que el volumen del gas es mayormente vacío.

-Los cumplimientos de las leyes dinámicas están presentes en el comportamiento de las partículas que lo componen ya que debido a la ley de la conservación de la energía el continuo movimiento recto genera choques elásticos que transmiten o ceden energía entre partículas o contra las paredes de los recipientes

-El choque genera energía en forma de movimiento y temperatura, el movimiento genera energía cinética y la temperatura es proporcional a su energía cinética, se puede traducir en forma de energía calórica.

-La presión que un gas ejerce sobre un sistema cerrado va directamente relacionada con el número de choques entre partículas a mayor cantidad de partículas chocando entre si hay mayor presión.

## 1.2.2 Leyes básicas de los gases

### 1.2.2.1 Ley de Avogadro

En un sistema cerrado el gas experimenta un aumento de volumen si se aumenta la cantidad de gas en el sistema, sin cambiar el valor de la temperatura del sistema y sin cambiar la presión dentro del sistema.

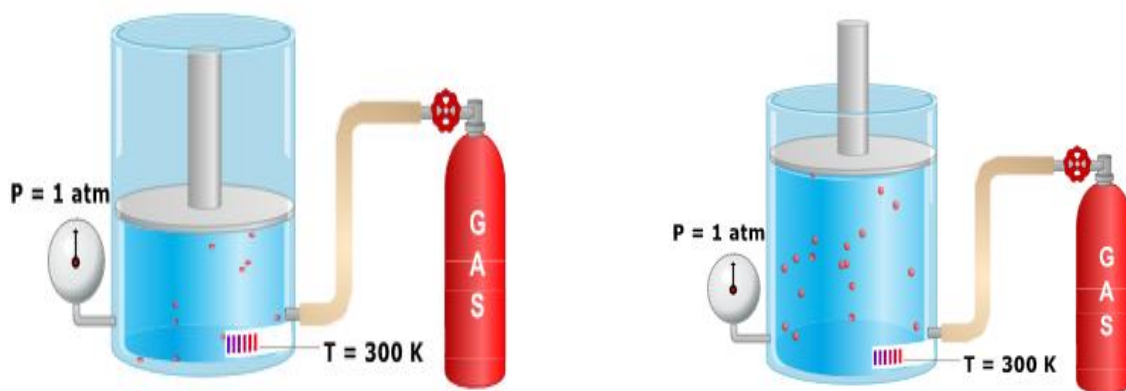


Figura 2. Ley de avogadro Fuente: <http://www.educaplus.org/>

Con base en la representación anterior expresamos este comportamiento en un modelo matemático

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

Con base en esta expresión matemática podemos obtener cualquiera de las variables dentro del modelo matemático.

$$V_1 = \frac{V_2 * n_1}{n_2}$$

$$V_2 = \frac{V_1 * n_2}{n_1}$$

$$n_2 = \frac{V_2 * n_1}{V_1}$$

$$n_1 = \frac{V_1 * n_2}{V_2}$$

Entonces se cumple que:

$$\frac{V}{n} = k$$

Las condiciones iniciales en un sistema cerrado a temperatura y presión constante experimentan cambios de volumen en proporción a la adición del número de moles de gas

Se concluye que:

El volumen es directamente proporcional al número de moles de gas en un sistema cerrado

La relación volumen vs número de moles es constante en un sistema donde la presión y la temperatura se mantienen sin variación.

La presión se mantiene constante al equilibrarse el sistema durante la transición entre el número de moles inicial y el número de moles final. En un sistema cerrado a temperatura constante y presión constante.

### 1.2.2.2 Ley de Boyle

En un sistema cerrado el gas experimenta una disminución de su volumen al incrementarse la presión, sin cambiar el valor de la temperatura del sistema.

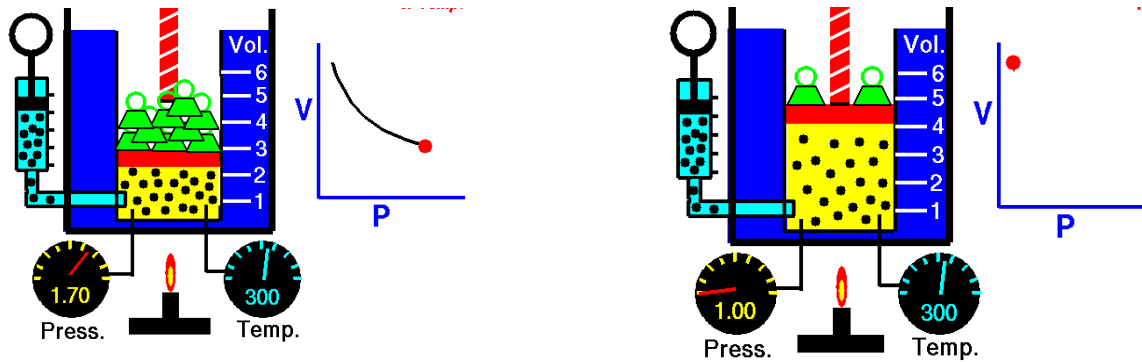


Figura 3. Ley de boyle. <http://www.curriculumenlineameduc.cl/605/w3-channel.html>

Con base en la representación anterior expresamos este comportamiento en un modelo matemático

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

Con base en esta expresión matemática podemos obtener cualquiera de las variables dentro del modelo matemático.



$$P_1 = \frac{P_2 V_2}{V_1}$$

$$V_1 = \frac{P_2 V_2}{P_1}$$

$$P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2}$$

$$P_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2}$$

Entonces se cumple que:

$$P_n V_n = k$$

Las condiciones iniciales en un sistema cerrado a temperatura constante se mantienen igual a las condiciones finales.

Se concluye que:

El volumen es inversamente proporcional a la presión

La presión por el volumen es constante es un sistema donde la cantidad de gas se mantiene igual.

Presión inicial por volumen inicial es igual a presión final por volumen final en un sistema cerrado en condiciones de presión absoluta\*

$$P_{abs} = P_{atm} + P_{man}$$

Presión absoluta\*

### 1.2.2.3 Ley de Charles

En un sistema cerrado el gas experimenta un aumento de volumen si la temperatura se incrementa y disminuye el volumen si la temperatura baja sin que haya cambio en el valor de la presión dentro del sistema.

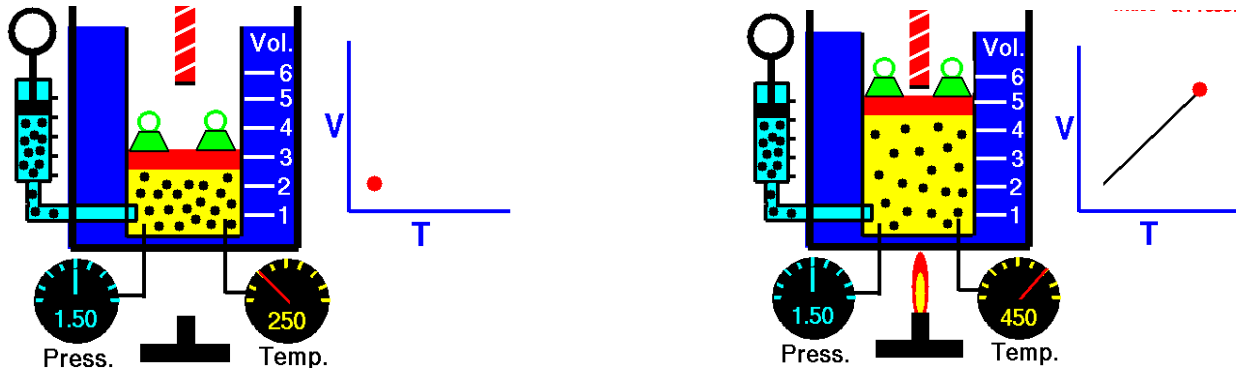


Figura 4. Ley de Boyle. <http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/w3-channel.html>

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Con base en esta expresión matemática podemos obtener cualquiera de las variables dentro del modelo matemático.

$$T_1 = \frac{V_1 T_2}{V_2}$$

$$T_2 = \frac{V_2 T_1}{V_1}$$

$$V_1 = \frac{V_2 T_1}{T_2}$$

$$V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1}$$

Entonces se cumple que:

$$\frac{V}{T} = k$$

Las condiciones iniciales en un sistema cerrado a presión constante se mantienen igual a las condiciones finales.

Se concluye que:

El volumen es directamente proporcional a la temperatura

La temperatura por el volumen es constante es un sistema donde la cantidad de gas se mantiene igual.

Temperatura inicial por volumen inicial es igual a Temperatura final por volumen final en un sistema cerrado en condiciones de presión absoluta\*

#### 1.2.2.4 Ley de Gay-lussac

En un sistema cerrado con volumen constante el gas experimenta un aumento de temperatura y presión si se incrementa el calor al sistema.

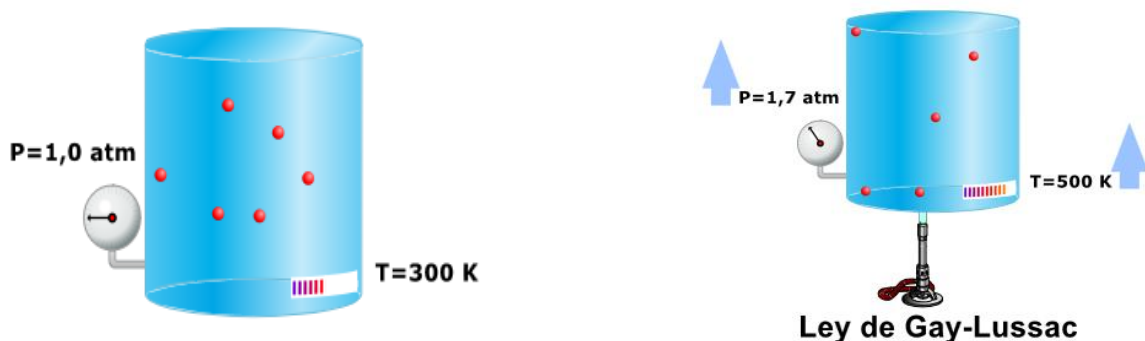


Figura 5. Ley de Gay-lussac. <http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/w3-channel.html>

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Con base en esta expresión matemática podemos obtener cualquiera de las variables dentro del modelo matemático.

$$P_1 = \frac{P_2 * T_1}{T_2}$$

$$P_2 = \frac{V_1 * T_2}{T_1}$$

$$T_2 = \frac{P_2 * T_1}{P_1}$$

$$T_1 = \frac{P_1 * T_2}{P_2}$$

Entonces se cumple que:

$$\frac{P}{T} = k$$

Las condiciones iniciales en un sistema cerrado a volumen constante se mantienen igual a las condiciones finales.

Se concluye que:

La presión es directamente proporcional a la temperatura

La relación entre presión y temperatura se mantiene constante en un sistema donde la cantidad de gas se mantiene igual y el volumen no cambia.

Presión inicial sobre temperatura inicial es igual a presión sobre volumen final en un sistema cerrado en condiciones de volumen constante\*

### 1.2.2.5 Ley de los gases ideales

Para las leyes básicas en un sistema cerrado con las variables; volumen, temperatura, presión, número de moles, se sabe que la relación o producto entre dos de estas variables mantiene una de las otras dos y el número de moles constante.

Al retomar estas relaciones producto tenemos en cada caso las siguientes expresiones matemáticas donde se refleja en término de número de moles el enunciado de la ley de los gases ideales.

$$VP = kn$$

$$\frac{V}{T} = kn$$

$$\frac{V}{TP} = kn$$

$$\frac{P}{T} = kn$$

Es sencillo observar que el valor constante que se presenta en cada una de las expresiones lo que nos posibilita dar un orden a un modelo matemático que involucre todas las variables.

$$VP = nRT$$

Donde:

P= Presión absoluta

V=Volumen

N= Número de moles

R= Constante universal de los gases

T= Temperatura absoluta

Se puede obtener

$$\frac{VP}{nT} = R$$

Para generalizar que:

$$\frac{V_1P_1}{n_1T_1} = \frac{V_2P_2}{n_2T_2} = R$$

#### 1.2.2.6 Ley general de los gases

Con la ley de los gases ideales podemos ubicar el modelo matemático en un sistema cerrado donde el número de moles se mantiene constante, de esta manera al situar el sistema con condiciones iniciales y finales se puede diferir una nueva expresión matemática.



Figura 6. Ley general de los gases . <http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/w3-channel.html>

Condición inicial con n constante

$$n_1 R_1 = \frac{V_1 P_1}{T_1}$$

$$n_1 R_2 = \frac{V_2 P_2}{T_2}$$

En conclusion

$$\frac{V_1 P_1}{T_1} = \frac{V_2 P_2}{T_2} = k$$

### 1.3 Propiedades químicas de los gases hidrocarburos

Los gases hidrocarburos son compuestos orgánicos cuyos elementos compositivos son el carbono y el hidrogeno.

### 1.3.1 Clasificación de los gases hidrocarburos

#### 1.3.1.1 Generalidades

Las uniones entre el núcleo carbónico y los hidrógenos dan origen a compuestos clasificados de acuerdo con las estructuras que conforman. Las estructuras formadas en forma de rama se llaman alifáticos y las estructuras con formas cerradas en forma hexagonal se llaman aromáticos.

Los hidrocarburos alifáticos se reclasifican en Alcanos, Alquenos, Alquinos y Cicloalifáticos

Alcanos, se definen por ser estructuras con uniones simples

Metano por ejemplo se muestra así: CH<sub>4</sub>

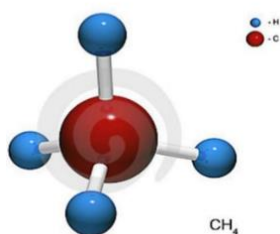


Figura 7 fuente: <http://es.slideshare.net/leonelacarmen/el-metano>

Pentano por ejemplo se muestra así: C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>

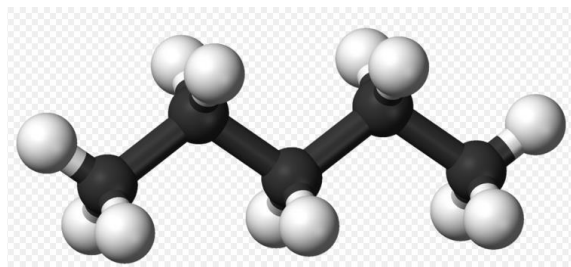




Figura 8 pentano <https://userscontent2.emaze.com/images/6075dcb3-775d-47b4-82db-6192217d6976/ba49f3c7-fc27-4a5d-bfa3-ec4c2295c8a5.png>

Aromáticos se definen por tener estructuras hexagonales con uniones dobles.

Benceno por ejemplo se muestra así:

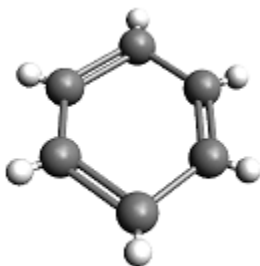


Figura 9 benceno

<https://www.google.com.co/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=imgres&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiEq5CsoNbRAhVGLyYKHTluB5MQjRwIBw&url=http%3A%2F%2Fmx.depositphotos.com%2F50851649%2Fstock-illustration-structural-chemical-formulas-and-model.html&psig=AFQjCNG5Imqx-CQOC-SWZxqX07Wtj01B7A&ust=1485191692586008>

### **1.3.2 Propiedades físico químicas de los gases hidrocarburos alcanos**

Las propiedades químicas de los gases hidrocarburos son importantes para estimar su alcance en la industria de este sector energético, de tal manera que al comprender su estructura molecular y la capacidad energética de este se puede entender su uso seguro.

#### **1.3.2.1 Propiedades físicas**

Los hidrocarburos alcanos presentan estados que van desde el estado gaseoso (metano) pasando por líquido (octano) y sólido (hexadecano).

Por su ausencia y carencia de electrones son poco reactivos sin presencia de calor, es por esta razón que se les considera combustibles ya que requieren de energía calórica para reaccionar.

ALCANO	FORMULA	FUSION °C	EBULLICION °C	DENSIDAD*
METANO	$CH_4$	-183	-162	.656
ETANO	$H_3C - CH_3$	-182.8	-88.5	1.36
PROPANO	$H_3C - CH_2 - CH_3$	-187	-42	2.01
BUTANO	$H_3C - (CH_2)_2 - CH_3$	-138	-1	2.48
PENTANO	$H_3C - (CH_2)_3 - CH_3$	-130	36	.626
HEXANO	$H_3C - (CH_2)_4 - CH_3$	-95	69	.659
HEPTANO	$H_3C - (CH_2)_5 - CH_3$	-90.5	98	.684
OCTANO	$H_3C - (CH_2)_6 - CH_3$	57	126	.703
NONANO	$H_3C - (CH_2)_7 - CH_3$	-54	151	.718
DECANO	$H_3C - (CH_2)_8 - CH_3$	-30	174	.730
UNDECANO	$H_3C - (CH_2)_9 - CH_3$	-26	196	.740
DODECANO	$H_3C - (CH_2)_{10} - CH_3$	-10	216	.749
TRIDECANO	$H_3C - (CH_2)_{11} - CH_3$	-6	234	.757
TETRADECANO	$H_3C - (CH_2)_{12} - CH_3$	5.5	252	.764

Tabla 7. Valores físicos para algunos hidrocarburos fuente: autor

PROPIEDAD	GLP	GN
FORMULA QUIMICA	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	CH <sub>4</sub>
GRAVEDAD ESPECIFICA EN ESTADO LIQUIDO	0.509	0.3
GRAVEDAD ESPECIFICA EN ESTADO GASEOSO	1.52	0.6
PESO LIQUIDO A 15.56 °c	1.92	1.134
TEMPERATURA MINIMA DE IGNICION °C	460 -576.67	621.11
TEMPERATURA MAXIMA DE LA LLAMA AL AIRE °C	1926.67	1871.11
RELACION IDEAL GAS-AIRE PARA LA COMBUSTION	24-ene	10-ene
AIRE EN PIES CUBICOS PARA QUEMAR UN PIE CUBICO DE GAS	847	9.5
CALOR LATENTE DE VAPORIZACION KWh/KG	0.12	0.142
PODER CALORIFICO EN BTU/PIE CUBICO	2530	985-1050

Tabla 8 . Valores físicos para GLP Y GN hidrocarburos fuente: autor

### **1.3.2.2 Propiedades energéticas**

Para comprender la capacidad calorífica del glp y del gas natural es importante tener claro la composición total de cada uno de estos combustibles. Por esta razón debemos entender que entre más puro es el gas más grande es su capacidad calorífica es por esta razón que las comercializadoras están en la obligación de entregar un combustible certificado en carga energética.

### **1.3.3 Gas natural y GLP**

Es importante saber que la composición del gas depende del sitio de extracción ya que vienen asociado al gas impurezas identificadas como azufre, nitrógeno, dióxido de carbono, ácido sulfhídrico y agua estas impurezas retardan la combustión y hacer perder poder calorífico a los combustibles, el gas en Colombia debe tener cierta carga calorífica en ese orden los gases en promedio deben tener un valor energético de 950btu/pie cubico mínimo a 1150 btu/pie cubico máximo para el gas natural y de 2561.1 btu/pie para el Glp

Con estos valores entramos a ver la composición del gas natural y del GLP de una manera generalizada para permitir valoras su composición químico orgánica.

componente	formula	gas no asociado %	gas asociado%
metano	CH <sub>4</sub>	95 - 98	60 - 80
etano	H <sub>3</sub> C-CH <sub>3</sub>	1 - 3	10 - 20
propano	H <sub>3</sub> C-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	.5 - 1	5 - 12
butano	H <sub>3</sub> C-(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	.2 - .5	2 - 5
pentano	H <sub>3</sub> C-(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> -CH <sub>3</sub>	.2 - .5	1 - 3
dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	0 - 8	0 - 8
nitrógeno	N	0.5	0 - 5
ácido sulfhídrico	H <sub>2</sub> S	0.5	0 - 5
otros	A,He,Ne,Xe	vestigios	vestigios

Tabla 9. Composición general del Gas Natural en Colombia fuente: autor

componente	porcentaje
propano	44.6
butano	53.3
olefinas	10.6
dioefinas	0.1
azufre	22.45

Tabla 10. Composición general del Gas GLP en Colombia

### 1.3.3.1 Gravedad específica

GRAVEDAD ESPECIFICA DE GAS		
HIDROCARBURO	GAS VS AIRE	GAS VS AGUA
METANO	0.5539	0.3
PROPANO	1.5225	0.5075

Tabla 11. Gravedad específica de gas

La relación en comparación con una unidad de volumen de aire y la misma unidad de volumen de gas se usa para comparar el peso de los diferentes tipos de gas con respecto de una masa estándar unitaria de aire, sirve para el diseño de áreas de evacuación de gases.

También es posible obtener el mismo dato al comparar el gas en estado líquido con el agua en estado líquido.

La calidad del combustible radica en pruebas de laboratorio que permiten conocer los componentes corrosivos, los contenidos de azufre, aceite, densidad relativa, temperatura de evaporación, residuos, agua, sequedad, sulfuro de hidrogeno, ácido sulfhídrico, poder calorífico, índice wobbe, y composición.

La cantidad del gas se determina por métodos de medición volumétrico en concordancia con la presión y la temperatura como factores de corrección.

### 1.3.3.2 Poder calorífico de los gases combustibles.

HIDROCARBURO	PCS	PCI
METANO	1097 BTU	957 BTU
PROPANO	2517 BTU	2417 BTU

Tabla 12. Poder calorífico de los gases combustibles

La energía que desprenden los gases combustibles se hace con base en estándares de temperatura y presión, estableciendo temperatura y presión base igual a 15.6 °C y 14.696 psi. Así el poder calorífico expresado en btu/pie cubico, permite comparar la composición del gas para determinar su precio de distribución.

### 1.3.3.3 Poder calorífico superior

La energía que se libera en la combustión de una masa de gas a volumen constante y cuyos productos de oxidación son gases no combustibles más agua líquida. Permite establecer la eficiencia térmica para equipos de combustión.

### 1.3.3.4 Poder calorífico Inferior

La energía que se libera en la combustión de una masa de gas a volumen constante y cuyos productos de oxidación son gases no combustibles más agua en forma de vapor. Permite establecer la eficiencia térmica para equipos de combustión.

### 1.3.3.5 Índice de wobbe

La calidad del gas depende de tres variables; composición química. Poder calorífico y evaporación total. El índice de wobbe está relacionado con el poder calorífico y depende de manera indirecta con la presión y la temperatura. Y es igual a la relación del poder calorífico

superior entre la raíz cuadrada de la densidad relativa del gas con respecto del aire de acuerdo con la altura donde se quema el combustible y garantiza el trabajo ejercido por el combustible.

### 1.3.3.6 Presión de vapor

HIDROCARBURO	PRESION DE VAPOR psia
METANO	5000
PROPANO	800

Tabla 13. Presión de vapor

A temperatura de 37.8°C la presión generada por el gas que está por encima de la superficie líquida en un sistema cerrado y con medida instrumental manométrica se determina la presión de vaporización del gas dentro de un recipiente e indica la facilidad con que se evapora el gas a temperatura constante y sirve para el diseño de recipientes contenedores de gas.

### 1.3.3.7 Punto de ebullición

PUNTO DE EBULICION	PUNTO DE EBULICION A 14.7 psia
METANO	-161,667 °C
PROPANO	-42.222 °C

Tabla 14. Punto de ebullición

A temperatura estándar de una atmósfera de presión (14.7 psia) la evaporación del gas en forma turbulenta queda determinada para fines de controlar el estado líquido de los gases



### 1.3.3.8 Límite de inflamabilidad

HIDROCARBURO	LIMITE INFERIOR %	LIMITE SUPERIOR %
METANO	4%	14%
PROPANO	2.15%	9.60%

Tabla 15. Límite de inflamabilidad

### 1.3.3.9 Límite inferior de inflamabilidad

La cantidad mínima de gas en proporción porcentual con el aire para mantener la llama viva en un proceso de combustión se usa para diseñar inyectores de gas para optimización del uso del combustible, en caso contrario un bajo porcentaje de gas no mantendría la llama viva.

### 1.3.3.10 Límite superior de inflamabilidad

La cantidad máxima de gas en proporción porcentual con el aire para mantener la llama viva en un proceso de combustión se usa para diseñar inyectores de gas para optimización del uso del combustible, en caso contrario un alto porcentaje de gas no generaría combustión.

### 1.3.3.11 Condiciones críticas de los gases

CONDICIONES CRITICAS		
HIDROCARBURO	TEMPERATURA °C	PRESION psia
METANO	-82.778	668
PROPANO	96.667	616

Tabla 16. Condiciones críticas de los gases

Para transformar un gas a estado líquido sin necesidad de bajar su temperatura por debajo de cierto límite y solo recurriendo al ejercicio de la presión se debe contar con ciertas condiciones que permitan esta transformación, si se aumenta la temperatura por encima de este límite no es posible cambiar de estado gaseoso a estado líquido, de manera que si se cumplen las condiciones críticas la diferencia entre gas y líquido no es observable y se pueden medir densidades idénticas para dos estados diferentes.

### 1.3.3.12 Calor latente de vaporización

CALOR LATENTE DE EVAPORACION O CONDENSACION	
HIDROCARBURO	BTU/Lb
METANO	219
PROPANO	185.05

Tabla 17. Calor latente de vaporización

La cantidad de energía en forma de calor que usa el gas para vaporizarse o condensarse en condiciones críticas y sirve de referencia para el diseño de vaporizadores.

### 1.3.3.13 Expansión volumétrica por unidad de volumen líquido de gas

VOLUMEN DE GAS Y LIQUIDO		
HIDROCARBURO	LIQUIDO A GAS	GAS A LIQUIDO
METANO	59 PIES CUBICOS POR GALON LIQUIDO	17 GALONES LIQUIDO POR KILOPIE CUBICO
PROPANO	36 PIES CUBICOS POR GALON LIQUIDO	27.5 GALONES LIQUIDO POR KILOPIE CUBICO

Tabla 18. Volumen de gas líquido

Cuando se toma una unidad de volumen de agua la cantidad de vapor crece 1500 % al evaporar todo el contenido líquido, de manera inversa el gas necesita cierta cantidad cubica de gas para obtener cierta cantidad de líquido este es el volumen correspondiente de gas por unidad de volumen líquido.

### **1.3.4 Familia de los gases**

Cuando los gases tienen características comunes entre si pertenecen a un grupo determinado de gases esta propiedad común los agrupan en familias de gases clasificadas en gases de primera, segunda y tercera familia, es importante tener en cuenta este aspecto ya que el funcionamiento de los equipos a gas es diferente si se usa para el mismo equipo gas de diferente familia, esta condijo afecta especialmente los inyectores de gas y por consiguiente la llama y la capacidad energética del gas.

#### **1.3.4.1 Gases de la primera familia**

Son gases que se manufacturan a partir del craqueado de hulla y la aireación del butano y del propano

#### **1.3.4.2 Gases de la segunda familia**

Son gases naturales, en este grupo se encuentra el gas metano

#### **1.3.4.3 Gases de la tercera familia**

Los gases de la tercera familia son el propano y el gas butano derivados de la destilación del petróleo y comúnmente llamados glp gases licuados de petróleo.

## **1.4 Usos del gas**

### **1.4.1 Uso domestico**

El gas para uso doméstico se utiliza para dotar de gas; estufas, hornos, grecas, ollas arroceras en la preparación de alimentos. En generación de temperatura alimenta de energía chimeneas, calefactores de ambientes, aires acondicionados, neveras, calderas calefactoras, secadoras de ropa. En generación de luz el gas proporciona energía a lámparas móviles y estacionarias básicamente el gas puede nutrir un 80% de necesidades energéticas en el hogar.

### **1.4.2. Uso comercial**

la energía que produce el gas es útil para autoclaves, calderas centralizadas, hornos industriales, asaderos de aves y carnes, equipos de refrigeración, equipos de climatización y centrales de iluminación.

### **1.4.3 Uso industrial**

La industria que tradicionalmente usaba carbón y fuel oíl para sus procesos industriales en la actualidad usa gas natural o propano que permite una producción más limpia. De esta manera muchos de los productos manufacturados que compramos deben su uso a el gas como motor de desarrollo también los vehículos se nutren de gas para prestar servicio de confort al usuario y finalmente la generación de energía eléctrica se nutre del gas para generar la demanda creciente de energía en las ciudades.

## 1.5 Historia energética del gas en Colombia



Figura 10 quema teas pozos en explotación. fuente internet

Una vez superada la escalada inicial de violencia en el país, los colombianos en manos de su dirigencia buscan afanosamente dar al país respuestas energéticas a causa de la fuerte ola de inmigración interna y que genera demanda de productos y servicios nuevos y a gran escala por el incremento poblacional de las ciudades principales, de esta manera se inician fases exploratorias de campos petroleros y es en la Magdalena Medio donde da inicio las fases productoras de crudo. Como parte del proceso a la explotación de petróleo el gas asociado en la producción petrolera es quemado ya que se consideraba un desecho de la producción y de esta forma era quemado en las teas ardientes de los campos de explotación.

Con la ordenación en 1961 de la ley 10 del mismo año se comienza a dar un cambio al manejo errado de esta energía prohibiéndose su quema y ratificándose posteriormente a través del decreto 1873 de 1973, con el decreto en firme se da inicio a la construcción del primer gasoducto del país, se construye para alimentar de gas la región atlántica en los procesos

industriales de gran escala con el propósito de bajar costos de producción. Hacia el año 1986 durante el ejercicio presidencial de Virgilio Barco se lanza una política de masificación del gas para todo tipo de uso en el país, fue difícil implementar este ambicioso plan por falta mayor exploración energética de este recurso. En el año 1990 ya con la experiencia vivida se establecen líneas más estructuradas para la masificación del gas en el país y con apoyo de la CEE el CONPES aprueba un documento donde se identifican las prioridades de masificación para permitir la inversión privada en este nuevo negocio. De esta manera se subdividieron los negocios de exploración, explotación, transporte y distribución de gas.

En el año 1993 se cristaliza la manera de llevar el gas a los hogares en Colombia por medio del sistema Build Operation Maintenance Transfer donde Ecopetrol como dueño de la riqueza otorga por contrato a un privado los derechos de construcción operación mantenimiento y transferencia del gas desde el campo hacia el consumidor con sus valores de tarifa. Ecogas nace en 1997 como respuesta a la independencia de la comercialización del gas para que administre, controle opere y explote el sistema de gasoductos colombianos. La política de masificación permite al gobierno expedir la ley 142 de 1994 que faculta a mininas para establecer contratos de exclusividad en áreas específicas sin intervención de otro distribuidor en dichas zonas a partir de ese momento y hasta el día de hoy se garantiza una cobertura de interés nacional y nacen decretos reglamentarios para el acompañamiento de las partes que se benefician de la energía que proporciona el gas natural.

## **1.6 Normatividad del sector del gas en Colombia**

### **1.6.1 Estructura legislativa**

La república de Colombia como estado de derecho obedece a normas legislativas que regulan la sociedad colombiana, estableciendo un orden jerárquico legal con una norma de normas que nace de la voluntad política de todos los habitantes quienes a través del voto popular eligen una asamblea nacional constituyente quienes al seno de la asamblea nacional constituyente redactan la carta magna de la república con el nombre de constitución política de la república de Colombia estructurando los deberes y derechos de los habitantes de la república la importancia de la constitución es que establece derechos fundamentales para elevar la calidad de vida de los colombianos. Art. 2 y 365 de la constitución colombiana. Junto a la ley 142 de 1994 y resoluciones 057/96 y 067/96 se garantiza el acceso al servicio.

En adelante la legislación histórica garantiza al ciudadano el recurso combustible, el abastecimiento, el transporte, la distribución y la entrega del recurso energético a puerta de casa, para tal fin se requiere la expedición de leyes nacionales que garanticen energía limpia y de calidad en los hogares colombianos, para tal fin se crean y se mantienen entidades encargadas de las diferentes etapas del servicio y que para tal fin se crearon o modificaron.

#### **1.6.1.1 Agencia Nacional De Hidrocarburos.**

Creada a partir del decreto 1760 del 2003. En el título II art. 2º Créese la Unidad Administrativa Especial denominada Agencia Nacional de Hidrocarburos, ANH, entidad adscrita al Ministerio de Minas y Energía, con personería jurídica, patrimonio propio, autonomía administrativa y financiera, sometida al régimen jurídico contenido en el presente decreto y, en lo no previsto en él, al de los establecimientos públicos, de

conformidad con lo dispuesto en la Ley 489 de 1998 y en las normas que la sustituyan, modifiquen o adicionen.

#### **1.6.1.2 CAMARAS DE COMERCIO. ART. 54.**

Funciones de las cámaras de comercio. Las cámaras de comercio tendrán, además de las que les señala el artículo 86 del Código de Comercio, la función de realizar todos los actos similares a los que ya les han sido encomendados, y que resulten necesarios para que las empresas de servicios públicos y las demás personas que presten servicios públicos cumplan con los deberes y ejerciten los derechos de los comerciantes que surgen para ellos de esta ley.

#### **1.6.1.3 Comisión De Regulación De Energía Y Gas, Creg.**

Delegada a través del decreto 1524 de 1994 exigido en la ley 142 de 1994 y cuya función esta en relación con el art.23 de la ley 142 de 1994.

#### **1.6.1.4 Comités De Desarrollo Y Control Y Social De Los Servicios Públicos Domiciliarios. Art. 63. Ley 142 De 1994**

Funciones. Con el fin de asegurar la participación de los usuarios en la gestión y fiscalización de las empresas de servicios públicos domiciliarios, los comités de desarrollo y control social de los servicios públicos domiciliarios ejercerán las siguientes funciones especiales:

#### **1.6.1.5 El Consejo Nacional De Política Económica Y Social, CONPES**

Creado por la Ley 19 de 1958. Ésta es la máxima autoridad nacional de planeación y se desempeña como organismo asesor del Gobierno en todos los aspectos relacionados con el desarrollo económico y social del país. Para lograrlo, coordina y orienta a los organismos



encargados de la dirección económica y social en el Gobierno, a través del estudio y aprobación de documentos sobre el desarrollo de políticas generales que son presentados en sesión.

#### **1.6.1.6 Contraloría General De La República. Art.276 Cnc.**

El control fiscal es una función pública que ejercerá la Contraloría General de la República, la cual vigila la gestión fiscal de la administración y de los particulares o entidades que manejan fondos o bienes de la Nación.

#### **1.6.1.7. ECOGAS. LEY 401 DE 1997. ART. 1º— Creación.**

Créase una entidad descentralizada del orden nacional, vinculada al Ministerio de Minas y Energía con el carácter de Empresa Industrial y Comercial del Estado, con personería jurídica, autonomía administrativa, financiera y patrimonial, que se denominará Empresa Colombiana de Gas y podrá usar la sigla Ecogas, entidad. que se registrará por lo establecido en la presente ley, por los estatutos que adopte y apruebe la Junta Directiva y sujeta a la regulación, vigilancia y control de las autoridades competentes.

#### **1.6.1.8 Ecopetrol S.A. Decreto 1760 De 2003art. 23.**

Naturaleza jurídica, denominación y sede. Créese la Sociedad Promotora de Energía de Colombia S.A., sociedad pública por acciones del orden nacional, vinculada al Ministerio de Minas y Energía, con personería jurídica, patrimonio propio, autonomía administrativa y financiera. Su domicilio y sede principal será la ciudad de Bogotá, D.C., y podrá establecer subsidiarias, sucursales y agencias en el territorio nacional y en el exterior.

#### **1.6.1.9 Empresas De Servicios Públicos. Ley 142 De 1994. Art. 18.**

La empresa de servicios públicos tiene como objeto la prestación de uno o más de los servicios públicos a los que se aplica esta ley, o realizar una o varias de las actividades complementarias, o una y otra cosa.

#### **1.6.1.10 Superintendencia De Servicios Públicos. Ley 689 De 2001. Art. 79.**

Funciones de la superintendencia. Las personas prestadoras de servicios públicos y aquellas que, en general, realicen actividades que las haga sujetos de aplicación de las leyes 142 y 143 de 1994, estarán sujetos al control y vigilancia de la Superintendencia de Servicios Públicos.

#### **1.6.1.11 Superintendencia De Industria Y Comercio. Ley 142 De 1994. Art. 185.**

Tránsito de legislación en materia de inspección, control y vigilancia. La Superintendencia de Industria y Comercio continuará ejerciendo las funciones señaladas en el Decreto 2153 de 1992, respecto de las empresas oficiales, mixtas o privadas que presten los servicios públicos de que trata esta Ley, hasta el 30 de junio de 1995. Pero si antes de este período se organiza la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, de tal manera que pueda ejercer plenamente sus funciones, la Superintendencia de Industria y Comercio dejará inmediatamente de ejercer las funciones pertinentes.

Es exigencia del sector para todas las empresas mantener en página la legislación nacional que relacione la empresa prestadora de servicio público con la legislatura correspondiente, como referente se exalta la empresa **gas natural** quien de manera responsable tiene en su haber toda la legislación histórica y actualizada del sector de redes a gas.

En su página

<http://aplicativos.gasnaturalfenosa.com.co/cundi/rjgnf/indextematico.php?ID=Z>

La gran importancia de conocer la legislación sobre el tema energético es de ponderación especial para el ingeniero civil ya que allí se encuentran las posibilidades de emprendimiento empresarial para e ingeniero civil.

### **1.7 Normatividad técnica**

La normatividad técnica tiene que ver con las especificaciones técnicas de los materiales, los procesos y los diseños, como herederos de las normas ASTM Colombia adopta las normas NTC y que tienen su fundamento en normas americanas. Para el sector de las redes a gas las normas están agrupadas por procesos y materiales y resultan de esta selección las siguientes:

#### **1.7.1 Normas tubería**

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**

**NTC  
3470**

2000-12-15

TUBERÍA METÁLICA.  
TUBOS DE ACERO SOLDADOS Y SIN COSTURA,  
NEGROS Y RECUBIERTOS DE CINCO POR  
INMERSIÓN EN CALIENTE

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**

**NTC  
2104**

1996-10-23

TUBERÍA METÁLICA.  
ROSCAS PARA TUBOS EN DONDE LA PRESIÓN-  
HERMÉTICA DE LA JUNTA SE HACE EN LOS  
FILETES

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**

**NTC  
2143**

1996-08-21

---

TUBERÍA METÁLICA.  
ROSCAS PARA TUBOS EN DONDE EL SELLADO DE  
LA UNIÓN NO SE HACE EN LOS FILETES. PARTE 1.  
DIMENSIONES, TOLERANCIAS Y DESIGNACIÓN

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**

**NTC  
2144**

1996-08-21

---

TUBERÍA METÁLICA.  
ROSCAS PARA TUBOS EN DONDE EL SELLADO DE LA  
UNIÓN NO SE HACE EN LOS FILETES. PARTE 2.  
VERIFICACIÓN POR MEDIO DE CALIBRES LÍMITE

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**

**NTC  
3944**

1996-08-21

---

TUBERÍA RÍGIDA DE COBRE SIN COSTURA.  
TAMAÑOS NORMALIZADOS

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**

**NTC  
4579**

1999-02-17

---

TUBERÍA CORRUGADA DE ACERO INOXIDABLE  
PARA USO CON COMBUSTIBLES GASEOSOS EN  
EDIFICACIONES RESIDENCIALES Y COMERCIALES

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**

**NTC  
4128**

1997-05-28

---

TUBERÍA FLEXIBLE DE COBRE SIN COSTURAS  
PARA GAS NATURAL Y GASES LICUADOS DEL  
PETRÓLEO

## 1.7.2 Válvulas

### **NORMA TÉCNICA COLOMBIANA**

**NTC  
3740**

1996-11-27

---

VÁLVULAS METÁLICAS PARA GAS, ACCIONADAS MANUALMENTE PARA USO EN SISTEMAS DE TUBERÍAS CON PRESIONES MANOMÉTRICAS DE SERVICIO, INFERIORES A 0,069 bar (1 PSI)

### **NORMA TÉCNICA COLOMBIANA**

**NTC  
3538**

1996-11-27

---

APARATOS MECÁNICOS.  
VÁLVULAS METÁLICAS PARA GAS ACCIONADAS MANUALMENTE PARA USO EN SISTEMAS DE TUBERÍA CON PRESIONES MANOMÉTRICAS DE SERVICIO DESDE 6,8 kPa (1 psi) HASTA 861 kPa (125 psi). (TAMAÑOS DESDE 6,35 mm (1/4 de pulgada) HASTA 50,8 mm (2 pulgadas))

### **NORMA TÉCNICA COLOMBIANA**

**NTC  
3424**

1992-10-21

---

APARATOS MECÁNICOS.  
VÁLVULAS DE ALIVIO Y DISPOSITIVOS AUTOMÁTICOS DE CORTE DE GAS PARA SISTEMAS DE SUMINISTRO DE AGUA CALIENTE

### **NORMA TÉCNICA COLOMBIANA**

**NTC  
2576**

1993-06-16

---

APARATOS MECÁNICOS.  
VÁLVULAS Y MECANISMOS TERMOPLÁSTICOS DE CORTE, ACCIONADOS MANUALMENTE, PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE GAS

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**

**NTC  
1908**

1998-11-25

---

**VÁLVULAS MANUALES PARA ARTEFACTOS A GAS,  
VÁLVULAS PARA CONECTORES DE ARTEFACTOS  
Y VÁLVULAS TERMINALES DE MANGUERA**

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**

**NTC  
1091**

1997-10-22

---

**VÁLVULAS PARA RECIPIENTES PORTÁTILES PARA  
GASES LICUADOS DEL PETRÓLEO HASTA 109 LITROS  
DE CAPACIDAD DE AGUA**

### 1.7.3 Medición y regulación

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**                      **NTC  
4554**

---

1998-11-25

MEDIDORES DE GAS TIPO DIAFRAGMA CON  
CAPACIDAD SUPERIOR A 16 m<sup>3</sup>/h. CARACTERÍSTICAS  
FÍSICAS

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**                      **NTC  
4136**

---

1997-06-25

MEDIDORES DE GAS TIPO ROTATORIO

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**                      **NTC  
3950**

---

1996-09-18

MEDIDORES DE GAS TIPO DIAFRAGMA.  
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**                      **NTC  
3873**

---

1996-06-19

REGULADORES DE PRESIÓN PARA G.L.P

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**                      **NTC  
3727**

---

1999-12-17

REGULADORES DE PRESIÓN PARA GAS  
NATURAL CON DISPOSITIVO INTERNO PARA  
ALIVIO DE SOBREPRESIÓN

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**                      **NTC  
2728**

---

1990-05-16

MÁQUINAS Y EQUIPOS. MEDIDORES DE GAS TIPO  
DIAFRAGMA

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**

**NTC  
2826**

1990-12-05

---

APARATOS MECÁNICOS.  
DISPOSITIVOS GENERALES PARA MEDIDORES DE  
VOLUMEN DE GAS

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**

**NTC  
3293**

1995-07-26

---

APARATOS MECÁNICOS  
REGULADORES INTERNOS DE PRESIÓN PARA  
EQUIPOS QUE FUNCIONAN CON GAS

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**

**NTC  
3384**

1992-09-16

---

APARATOS MECÁNICOS.  
TERMOSTATOS PARA APARATOS DOMÉSTICOS Y  
EQUIPOS INDUSTRIALES DE USO SIMILAR QUE  
UTILIZAN GAS



## 1.7.4 Accesorios

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**

**NTC  
4534**

1998-10-28

---

DISPOSITIVOS DE TRANSICIÓN PARA USO EN LAS  
INSTALACIONES DE SUMINISTRO DE GAS  
(ELEVADORES)

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**

**NTC  
4354**

1997-12-17

---

CONECTORES METÁLICOS PARA ARTEFACTOS A  
GAS

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**

**NTC  
3741**

1995-05-10

---

CONECTORES FLEXIBLES DE CONSTRUCCIÓN  
PARCIALMENTE METÁLICA PARA APARATOS QUE  
FUNCIONAN CON GAS

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**

**NTC  
3561**

1999-07-28

---

ESPECIFICACIONES PARA TUBERIAS FLEXIBLES  
NO METÁLICAS (MANGUERAS) Y CONECTORES  
USADOS EN INSTALACIONES DE ARTEFACTOS A  
GAS QUE UTILICEN GLP (FASE VAPOR), AIRE  
CON MEZCLA DE GAS PROPANO O GAS  
NATURAL

## 1.7.5 Equipos de cocción

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**

**NTC  
4082**

1997-01-22

---

EQUIPOS DE COCCIÓN PARA USO COMERCIAL  
QUE FUNCIONAN CON GAS. REQUISITOS DE  
SEGURIDAD

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**

**NTC  
3765**

1995-06-21

---

GASODOMÉSTICOS.  
REQUISITOS GENERALES DE SEGURIDAD PARA  
GASODOMÉSTICOS

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**

**NTC  
3643**

1994-10-19

---

GASODOMÉSTICOS.  
ESPECIFICACIONES PARA LA INSTALACIÓN DE  
GASODOMÉSTICOS PARA LA PRODUCCIÓN  
INSTANTÁNEA DE AGUA CALIENTE PARA USO  
DOMÉSTICO. CALENTADORES DE PASO  
CONTINUO

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**

**NTC  
3632**

1994-07-27

---

GASODOMÉSTICOS  
INSTALACIÓN DE GASODOMÉSTICOS PARA  
COCCIÓN DE ALIMENTOS

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**

**NTC  
3531**

1998-06-24\*

---

ARTEFACTOS DOMÉSTICOS QUE EMPLEAN  
GASES COMBUSTIBLES PARA LA PRODUCCIÓN  
INSTANTÁNEA DE AGUA CALIENTE PARA USOS A  
NIVEL DOMÉSTICO. CALENTADORES DE PASO  
CONTINUO

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**

**NTC  
2832-1**

1999-04-28

---

GASODOMÉSTICOS PARA LA COCCIÓN DE  
ALIMENTOS. REQUISITOS DE SEGURIDAD

## 1.7.6 Ventilación

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**                      **NTC  
3833**

1995-10-18

---

CONDUCTOS DE GAS.  
ESPECIFICACIONES PARA EL DISEÑO E  
INSTALACIÓN DE SISTEMAS PARA LA  
EVACUACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE  
COMBUSTIÓN DE LOS ARTEFACTOS DE GAS  
PARA USO DOMÉSTICO, COMERCIAL E  
INDUSTRIAL

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**                      **NTC  
3631**

1994-07-27

---

ARTEFACTOS DE GAS.  
VENTILACIÓN DE RECINTOS INTERIORES DONDE  
SE INSTALAN ARTEFACTOS QUE EMPLEAN GASES  
COMBUSTIBLES PARA USO DOMÉSTICO  
COMERCIAL E INDUSTRIAL

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**                      **NTC  
3567**

1993-11-17

---

MECÁNICA.  
DUCTOS METÁLICOS PARA LA EVACUACIÓN POR  
TIRO NATURAL DE LOS PRODUCTOS DE LA  
COMBUSTIÓN DEL GAS (G.L.P. O GAS NATURAL)

### 1.7.7 Glp

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**

**NTC  
2303**

1998-10-28

---

PETRÓLEO Y SUS DERIVADOS.  
ESPECIFICACIONES PARA GASES LICUADOS  
DEL PETRÓLEO

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**

**NTC  
3853-1**

1996-11-27

---

INSTALACIONES DE SISTEMAS DE GLP (GASES  
LICUADOS DEL PETRÓLEO)

### 1.7.8 Gasoductos en edificaciones

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**

**NTC  
2505**

1997-10-22 \*

---

GASODUCTOS.  
INSTALACIONES PARA SUMINISTRO DE GAS EN  
EDIFICACIONES RESIDENCIALES Y COMERCIALES

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**

**NTC  
4282**

1997-10-22

---

GASODUCTOS.  
INSTALACIONES PARA SUMINISTRO DE GAS EN  
EDIFICACIONES INDUSTRIALES

## **1.8 Aspectos ambientales sobre el sector del gas**

### **1.8.1 Resolución 057 De 1996**

ART. 20. —Acatamiento de otros requisitos. Las personas a las cuales se aplica esta resolución, deberán obtener todos los permisos y autorizaciones que la Ley 142 de 1994 contempla para ejercer actividades en el sector; y, en particular, los relativos a aspectos ambientales, sanitarios, técnicos y de orden municipal (Art. 25).

Las actividades andrógenas para el uso responsable del gas debe ir ligado con la implementación de metodologías que garanticen un mínimo impacto ambiental sobre los ciclos del agua y del aire.

De esta manera a través de análisis comparativos con otros combustibles fósiles el gas presenta las siguientes ventajas ambientales.

El combustible que menos dióxido de carbono aporta al medio ambiente

A través de mejoramiento en boca de pozo el gas natural está libre de azufre

Las eficiencias de los quemadores para gas garantizan en la actualidad una baja producción de óxido de nitrógeno.

Por ser mayormente metano en su composición final está libre de partículas sólidas como ceniza, polvo y otros residuos sólidos volátiles.

El impacto visual en casi nulo y el ruido es escasísimamente bajo por ser ducteria enterrada.

Esto nos conduce a concluir que el gas no aporta compuestos ni elementos que generen lluvia acida efecto invernadero sobre nuestro planeta. Esto significa una ventaja considerable

sobre otros combustibles de manera tal que tanto en su fase constructiva y de servicio la agilidad y las nuevas tecnologías para la implementación del servicio público este no afecta la conservación de un ambiente sano para los usuarios del gas, sin embargo debe considerarse importante que se apliquen lineamientos ambientales que permitan una armonía sin contra natura a nuestro planeta garantizando un confort humano para los usuarios de servicios públicos.

En concordancia con la política ambiental y en concordancia con la ley 99 de 1999 todas las empresas dedicadas a la comercialización del gas deben implementar metodologías para el manejo de los posibles impactos que su actividad ingenieril genere, por tal motivo en la ejecución de las actividades que lleven el servicio al usuario final es necesario planificar, diseñar, ejecutar operar y mantener todas las actividades en concordancia con la ley que exige un plan de manejo ambiental para obras de ingeniería, por tal motivo es indispensable tener en cuenta en las diferentes fases del plan de gestión de calidad tener en cuenta el PHVA para fortalecer:

## **1.8.2 Etapa de planificación**

Los criterios que minimicen el impacto a los ecosistema y microsistemas.

Los criterios que garanticen la preservación, protección y conservación ambiental

Los criterios legales de restricción normativa

Etapa de diseño

Integrar criterios ambientales al diseño

Integrar mediante la inscripción del proyecto a la autoridad ambiental competente

Integrar las líneas que generan las diferentes guías ambientales.

Etapa de ejecución

Apropiación de las medidas de prevención, mitigación y compensación de acuerdo con las diferentes guías de manejo ambiental.

Apropiación de recursos naturales en cumplimiento estricto de las limitaciones que impongan los permisos ambientales

Apropiación de acciones de control, monitoreo y seguimiento.

Fase de operación y seguimiento

Verificación y actuación sobre; medidas de control ambiental, manejo de la operación

Verificar la integración del proyecto ejecutado al PMA de la distribuidora de gas.

## **Capítulo 2**

### **2.1 Fundamentos técnicos para el diseñador**

#### **2.1.1 Glosario de términos**

Accesorios. Conjunto de elementos que permiten controlar la dirección, flujo y conexión entre la tubería de la red de gas y los equipos a gas

Acometida. Es el punto de derivación desde la tubería matriz hasta la válvula de corte en el centro de medición del usuario. Lo compone la silla de derivación, tubería en polietileno y elevador de transición entre tubería plástica y tubería metálica.

Anillo de distribución. Red de polietileno circundante a la manzana urbanística desde donde se deriva conexión domiciliaria

Área común. Área arquitectónica de libre acceso en edificios o conjuntos cerrados

Área de ventilación externa. Lugar común en los edificios libres de cualquier obstáculo que impida la libre circulación de aire en masa.

Área privada. Zonas arquitectónicas de uso exclusivo de los propietarios o copropietarios en edificios de apartamentos, conjuntos residenciales o viviendas comunes.

Armario. Lugar donde se ubican el centro o los centros de medición de gas.

Artefacto a gas. Equipo funcional a base de gas combustible que transforma el gas en calor para realizar trabajos de cocción, iluminación y climatización.

Cabeza de ensayo. Conjunto de tubería accesorios conexiones y manómetros que sirven para medir presiones dentro de la red de gas



Camisa. Elemento protector metálico que permite envolver tuberías de redes a gas para evitar fugas dentro de recintos arquitectónicos y que también sirve para evitar roturas y aplastamientos en tuberías de redes a gas.

Capacidad instalada. La sumatoria del consumo de energía requerido por los equipos a gas

Centro colectivo de medición. Sitio en común donde se tiene acceso a los medidores de consumo de gas de todos los usuarios conectados.

Centro de medición colectivo. Totalizador del consumo colectivo para la generación de una sola factura colectiva, el consumo individual corre a cargo de la administración de la copropiedad.

Centro individual de medición. Conjunto de equipos y accesorios que permiten el control, regulación y medición del flujo de combustible por parte del usuario

Conexión abocinada. Tipo de unión que permite unión entre tubería flexible y accesorio tipo racor

Conexión roscada. Tipo de unión que une dos accesorios uno macho y otro hembra con rosca tipo NPT

Consumo de gas por artefacto. Cantidad de combustible requerido por equipo a gas trabajando a toda capacidad instalada.

Dieléctrico. Material de neopreno que evita la cavitación por contacto entre dos materiales de diferente composición metálica.

Distribuidor de gas. Empresa encargada de entregar por contrato gas a usuario final del servicio público.

Ducto de evacuación. Área por donde se evacuan los productos de la combustión de los equipos a gas en funcionamiento

Ductos. Zonas destinadas a alojar conjunto de tuberías encargadas de llevar el gas a los diferentes equipos.

Edificio. Construcción habitable al que se le suministrara el servicio público de gas

Elevador. Elemento transicional que permite la unión entre tubería de polietileno y tubería metálica.

Empaque. Elemento en neopreno que permite sello estanco por presión en unión de dos accesorios.

Etapas de regulación. Puntos de colocación de quiebre de presión para regular la fuerza del gas dentro de la tubería.

Factor k. constante de simultaneidad de la efectividad de entrega de gas a equipos al mismo tiempo.

Gas toxico. Gas nocivo para la salud humana

Gasificación. Llenado de gas de una red de gas

Hilo. Filete de la rosca que cumple con norma NPT

Instalación interna. Conjunto de tuberías, instrumentos y accesorios que permiten el flujo de gas hacia los equipos de consumo.

Junta por compresión. Tipo de unión entre dos elementos que garantizan el sello estanco por la junta a presión de material de cobre y que por la oxidación natural garantiza la hermeticidad.

Línea individual. Tubería que corre desde el centro de medición hasta un único usuario consumidor.

Línea matriz. Tubería que corre desde el anillo de distribución hasta el centro de medición colectivo en la edificación.

Material ignífugo. Tipo de material que no reacciona ante la combustión.

Medidor volumétrico. Instrumento que permite calcular el consumo de gas.

Odómetro. Instrumento que permite detectar la presencia de gases combustibles, y no combustibles nocivos para la salud humana.

Paramento. Punto que limita la propiedad privada del espacio público

Paso. Distancia entre los filetes de la rosca

Presión de servicio. Capacidad hidrostática de suministro de redes a gas

Producto de la combustión. Compuesto químico resultante de la oxidación reactiva en forma de calor después del balance estequiométrico.

Purga. Liberación de gases inertes en una red de gas combustible

Red interna. Conjunto de tubería y ductería que permite el ingreso de gas y la liberación de productos de la combustión.

Regulador de presión. Instrumento mecánico que disminuye la presión del gas dentro de la instalación.

Sellante anaeróbico. Químico líquido que sella herméticamente en ausencia de aire.

Semisótano. Zona media por debajo del piso 1° de la edificación bajo nivel de calzada vehicular.

Soldadura capilar. Mezcla metálica de plata y estaño que filtra por capilaridad la unión entre accesorios y tubos de campana con espigo lisos.

Sótano. Zona por debajo del piso 1° de la edificación bajo nivel de calzada vehicular.

Trazado isométrico. Ruta visual del recorrido interno de la red de gas

Tubería. Ducto metálico encargado de conducir el gas combustible.

Tubería a la vista. Red de gas localizada visiblemente por toda la edificación

Tubería empotrada. Red dentro de los muros de la vivienda y que deben ser encamisados.

Tubería enterrada. Red bajo la superficie de las vías y zonas comunes, y privadas para la conducción de gas combustible.

Tubería oculta. Red que se oculta por ductos que evitan su visualización.

Unión electro fusionada. La fusión por diferencial térmico entre accesorio inteligente de polietileno y tubería del mismo material.

Unión mecánica. Sello hermético por medio de tipos de unión bridada y roscada.

Unión termo fusionada. La fusión por diferencial térmico entre accesorio de polietileno y tubería del mismo material con maquina con sensor térmico.

Usuario. Destinatario final del servicio de gas combustible.

Válvula de paso. Instrumento de control para el paso de fluido de gas.

Válvula solenoide. Instrumento de control inteligente para el flujo de gas

Representaciones arquitectónicas

Los elementos constitutivos de la edificación son representados en forma gráfica y son denominados como planos. Existen varios tipos de planos que representan al constructor la idea arquitectónica, la concepción estructural, la distribución luminaria y de fuerza energética, los tipos de redes que surten la vivienda de servicios de comunicación, agua potable, agua residual, energía eléctrica y por supuesto redes a gas.

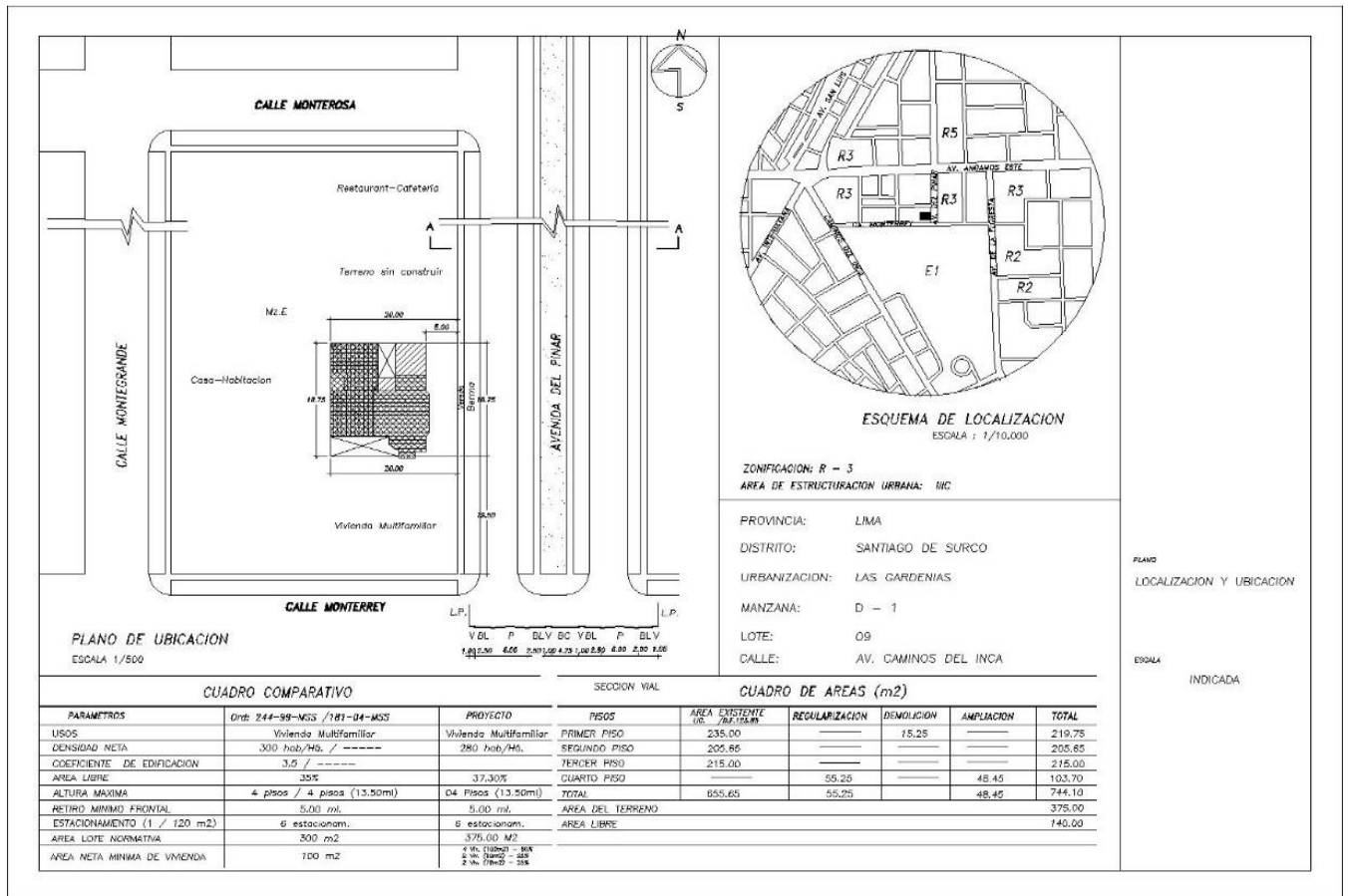
El ingeniero civil debe dominar el manejo de estos planos en planta, alzado corte e isometrías para un buen desempeño de su oficio como diseñador, ejecutor, interventor, mantenedor de las buenas condiciones de la vivienda. En adelante veremos que nos quieren representar los planos que se usan para construir.

## 2.1.2 Planos

### 2.1.2.1 Plano de localización y replanteo.

#### 2.1.2.1.1 Plano de localización

88



Fuente. <http://2.bp.blogspot.com/>-

0fj8MxWpGfE/TsnMMPGqiMI/AAAAAAAAAc/xP3d5RWwGKQ/s1600/planoUBICACION+CLASE.jpg

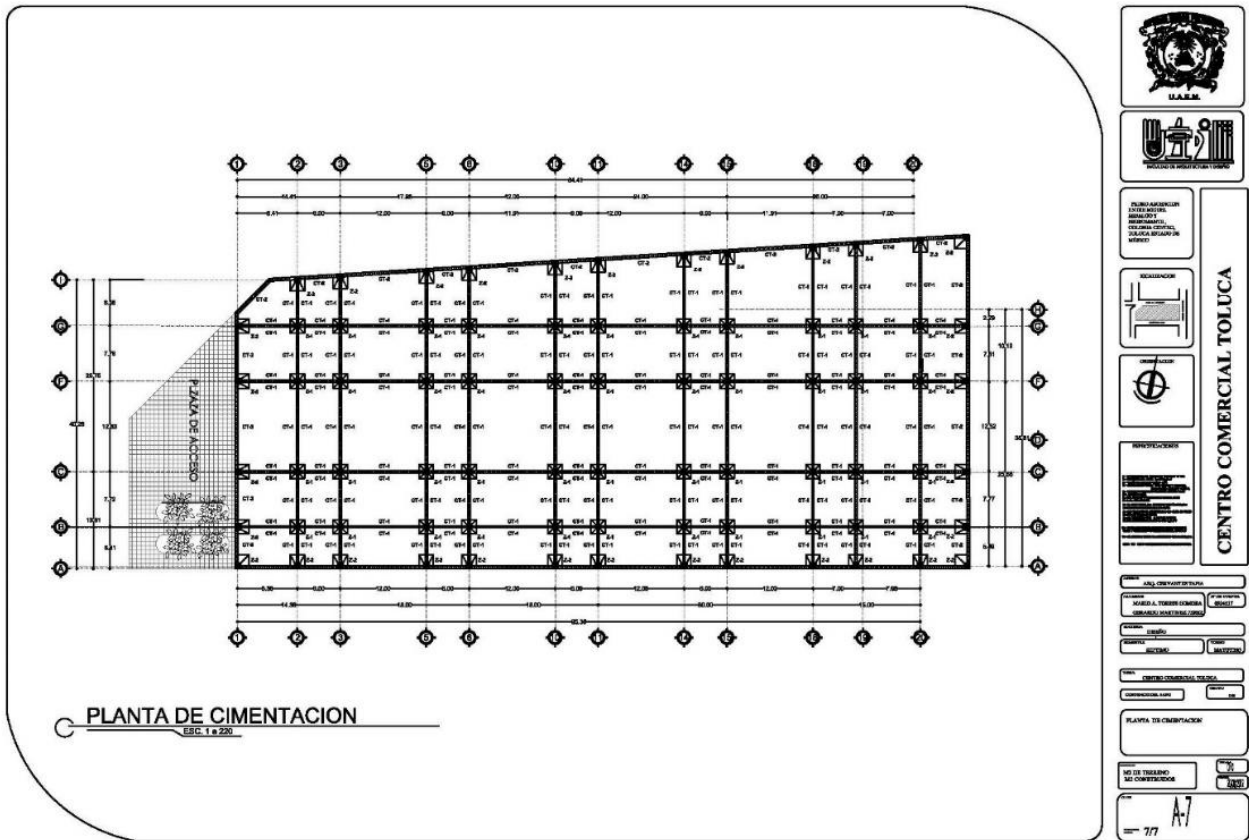
Este plano contiene la toponimia del lote donde se implementará el proyecto constructivo, con esta información se obtiene; la dirección del predio, dimensiones del lote, relación del proyecto respecto a la rosa de los vientos, vías conexas al proyecto, vías aledañas al proyecto, perfil vial del proyecto, relación altimétrica con respecto a localización vertical, curvas de nivel en general, retrocesos arquitectónicos.

El plano de replanteo contiene en general la distribución arquitectónica de los ejes longitudinales, transversales, circulares, diagonales, ejes con desarrollo especial (por ejemplo, ejes que correspondan a una geometría helicoidal). Este plano tiene características legales ya que posee nomenclatura reservada para el contrato del servicio domiciliario de gas.





### 2.1.2.1.3 Planos de cimentación



Fuente. <http://www.planos-de-casas.org/plano-de-cimentacion.html>

Estos planos contienen dos tipos un plano bidimensional en planta se observan los ejes compositivos del proyecto estructural en su fase bases de fundación y permite ver ejes proyectados del diseño estructural con la longitud y separación entre ejes, permite ver las dimensiones en todos los sentidos de las estructuras de cimentación - profundas y superficiales - que van a soportar la edificación.

El otro plano en corte permite consultar las dimensiones altimétricas de las diferentes estructuras de cimentación y su profundidad bajo el terreno, estos planos nos sirven para poder dirigir los ductos que va a llevar el servicio de gas a la edificación.

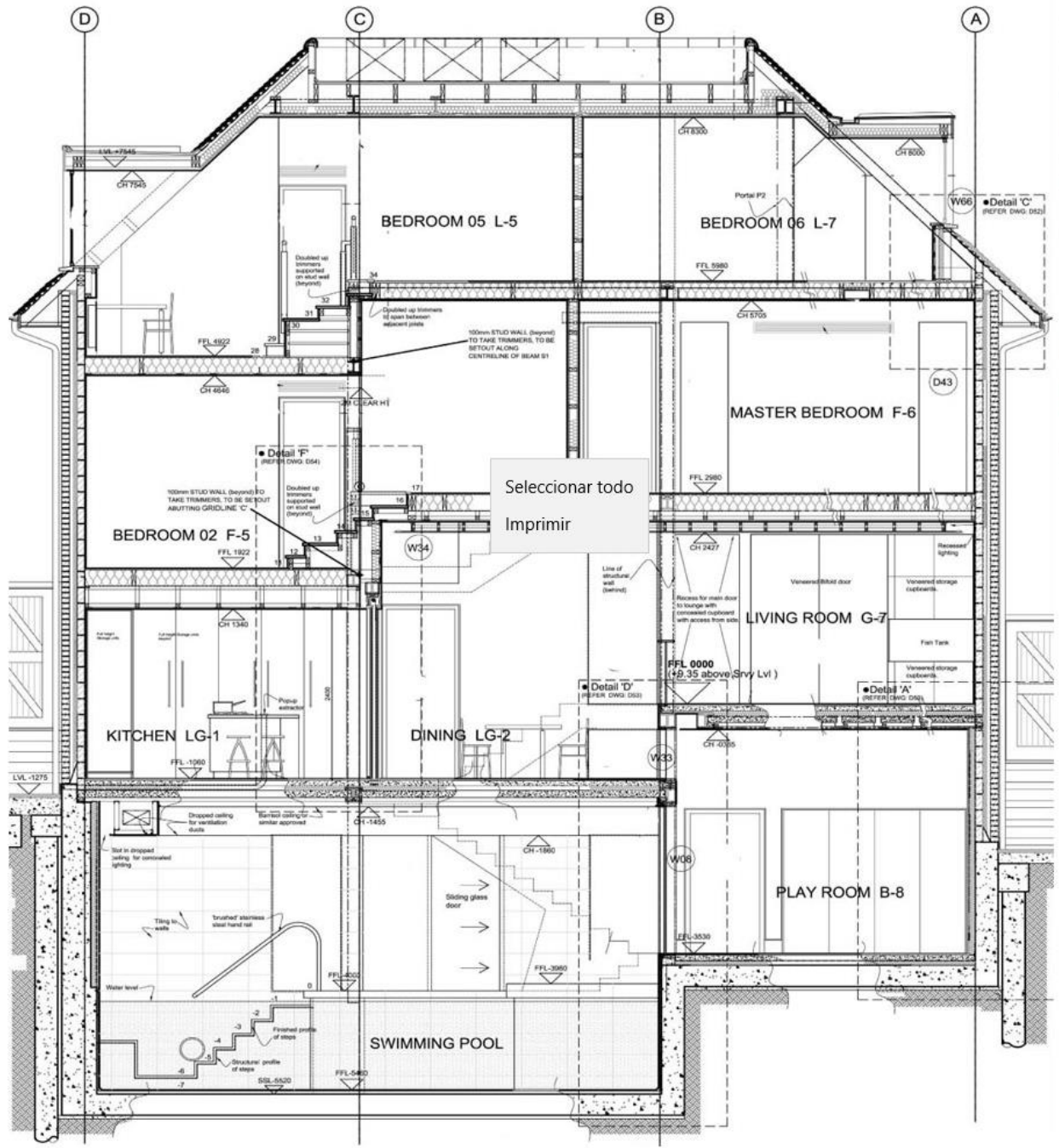
#### **2.1.2.1.4 Plano de distribución arquitectónica.**



<http://2.bp.blogspot.com/-mae0hcekIRs/T6krh9RhQmI/AAAAAAAAADs/84Vk6o8H-Zw/s1600/ana.jpg>

Las principales características de un proyecto arquitectónico se reflejan en este plano que permite observar la intención del diseñador al momento de aprovechar los espacios del lote, en este plano bidimensional se observa en planta las diferentes áreas compositivas del proyecto y podemos apreciar en las diferentes dimensiones de las mismas y deja contemplar las áreas sociales, privadas y de servicio de los proyectos arquitectónicos.

### 2.1.2.1.5 Planos de corte

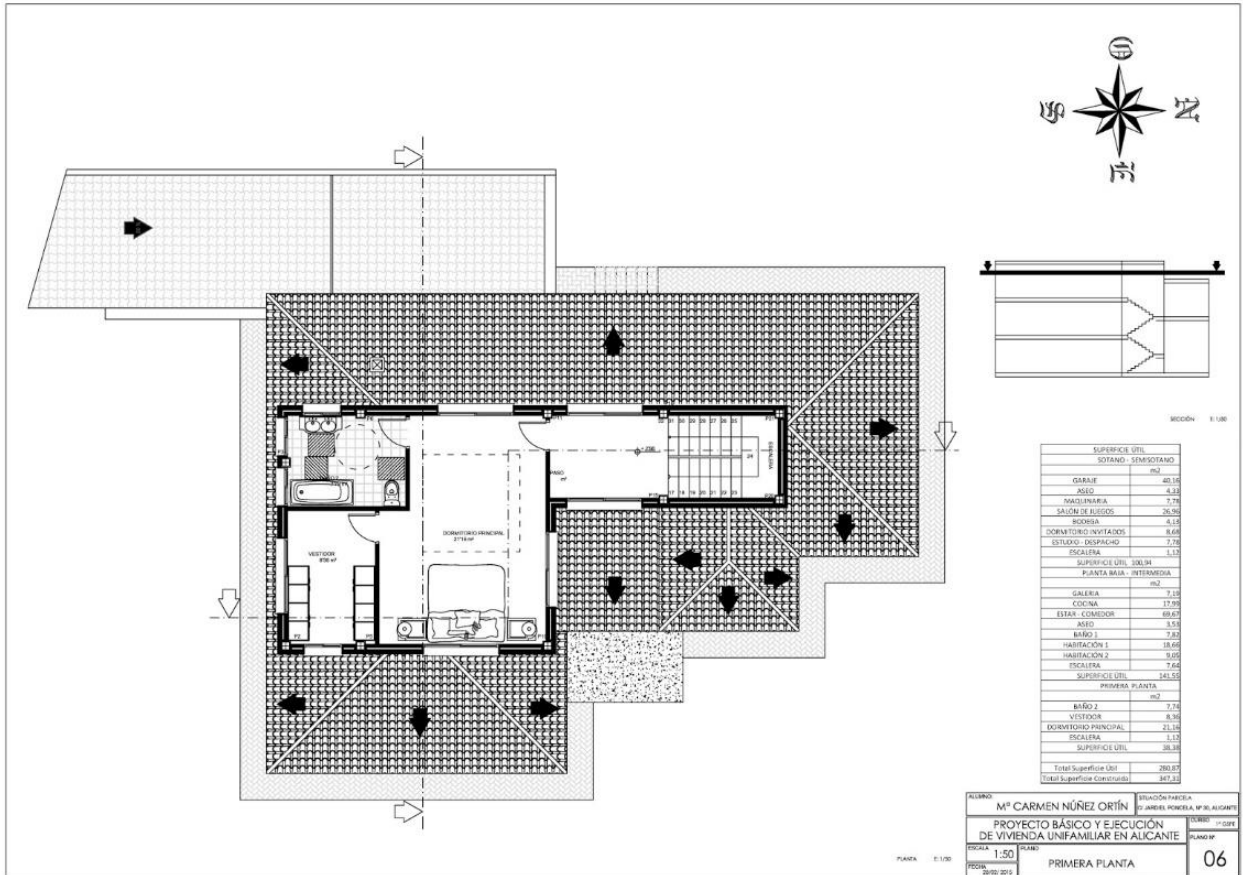


Fuente. <http://www.arquimaster.com.ar/galeria/obra233.htm>

La función principal de este plano es complementar al plano de planta para que el constructor pueda dar elevación a los diferentes elementos del proyecto constructivo. Este

plano junto con el plano de distribución permite dos tareas importantes a la hora del diseño de la red de servicio de gas, primero sirven para la generación del recorrido de la red hacia el interior de la vivienda y segundo evaluar el alcance de dilución y evacuación de gases de la combustión.

### 2.1.2.1.6 Plano de cubierta

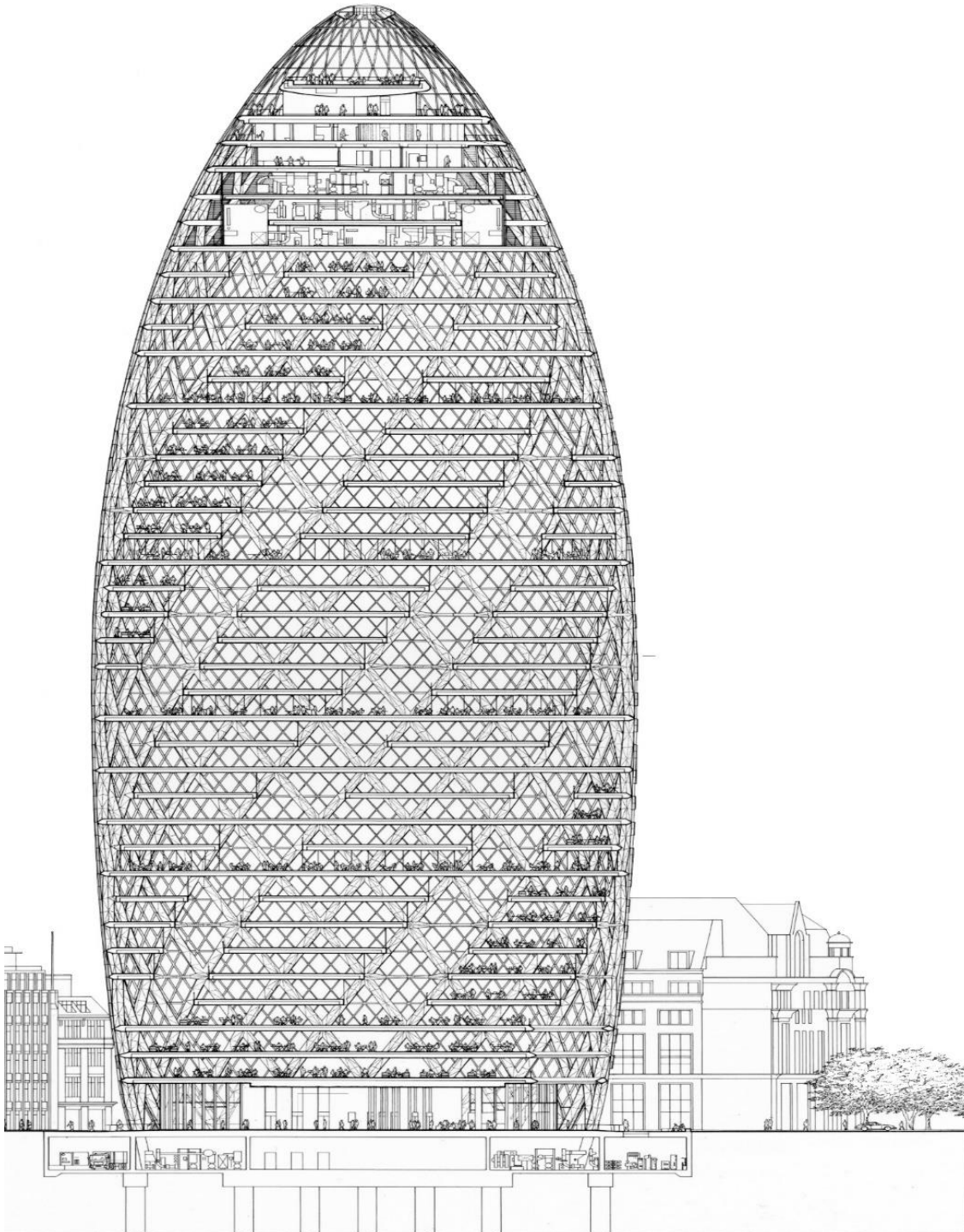


Fuente. <http://1.bp.blogspot.com/-GMAMb07k4-Q/VZwilkpedl/AAAAAAAAQgw/uNnYk0re4Ps/s1600/06-Primera%2BPlanta.jpg>

Para tener un concepto acertado al momento de instalar equipos exteriores es indispensable contar con este plano ya que permite ubicar el sitio para centrales de climatización cuarto de calderas o reservorios emergentes de gas en caso de falla inoportunas de suministro del servicio.



### 2.1.2.1.7 Planos de fachada



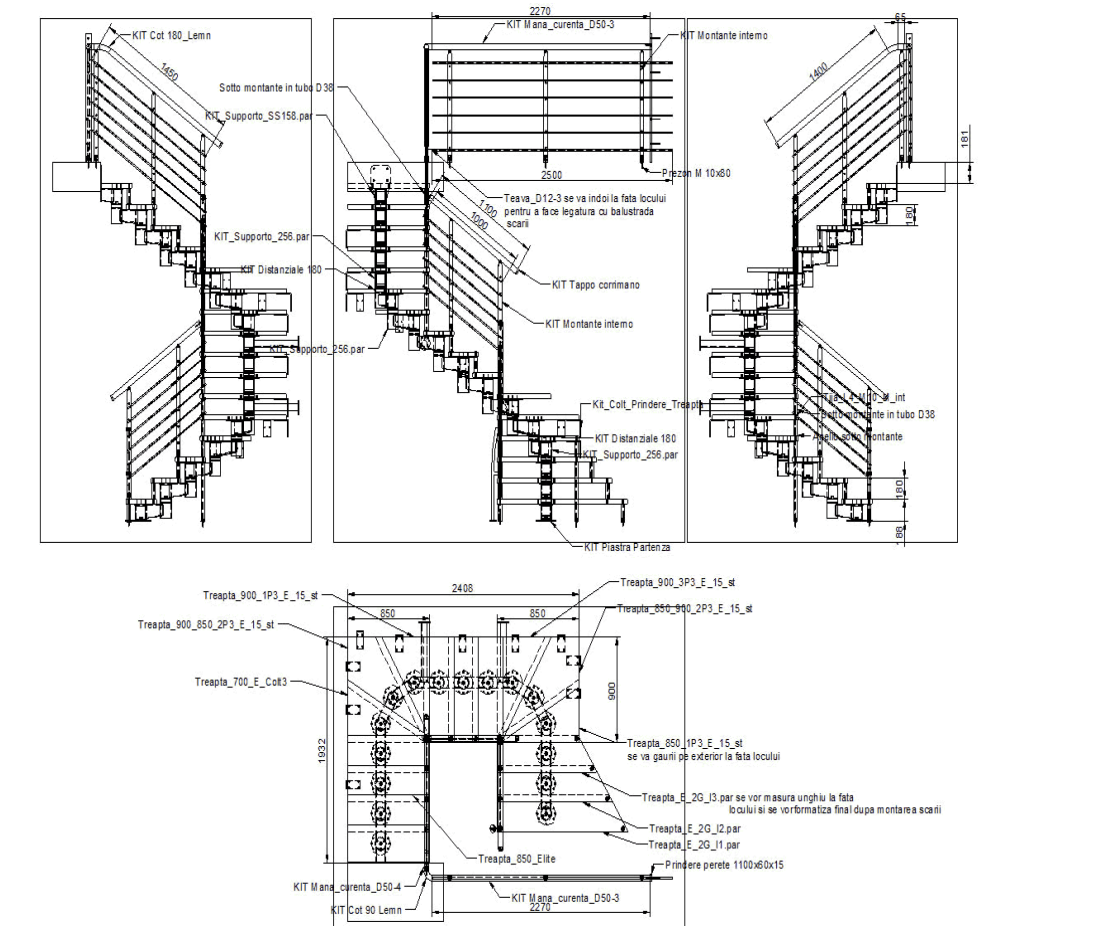
Fuente. <http://revistadiagonal.com/v2/wp-content/uploads/2011/06/alçatsensefaçana.jpg>



Actualmente los planos técnicos se relacionan con las instalaciones internas de los diferentes servicios públicos, instalaciones de monitoreo visual y las instalaciones electromecánicas en la edificación. Estos planos son fundamentales para hacer un buen trazo de red y no tener accidentes por cercanía de estas instalaciones con las redes a gas.

### 2.1.2.3 Planos de detalle

#### 2.1.2.3.1 Plano de escalera



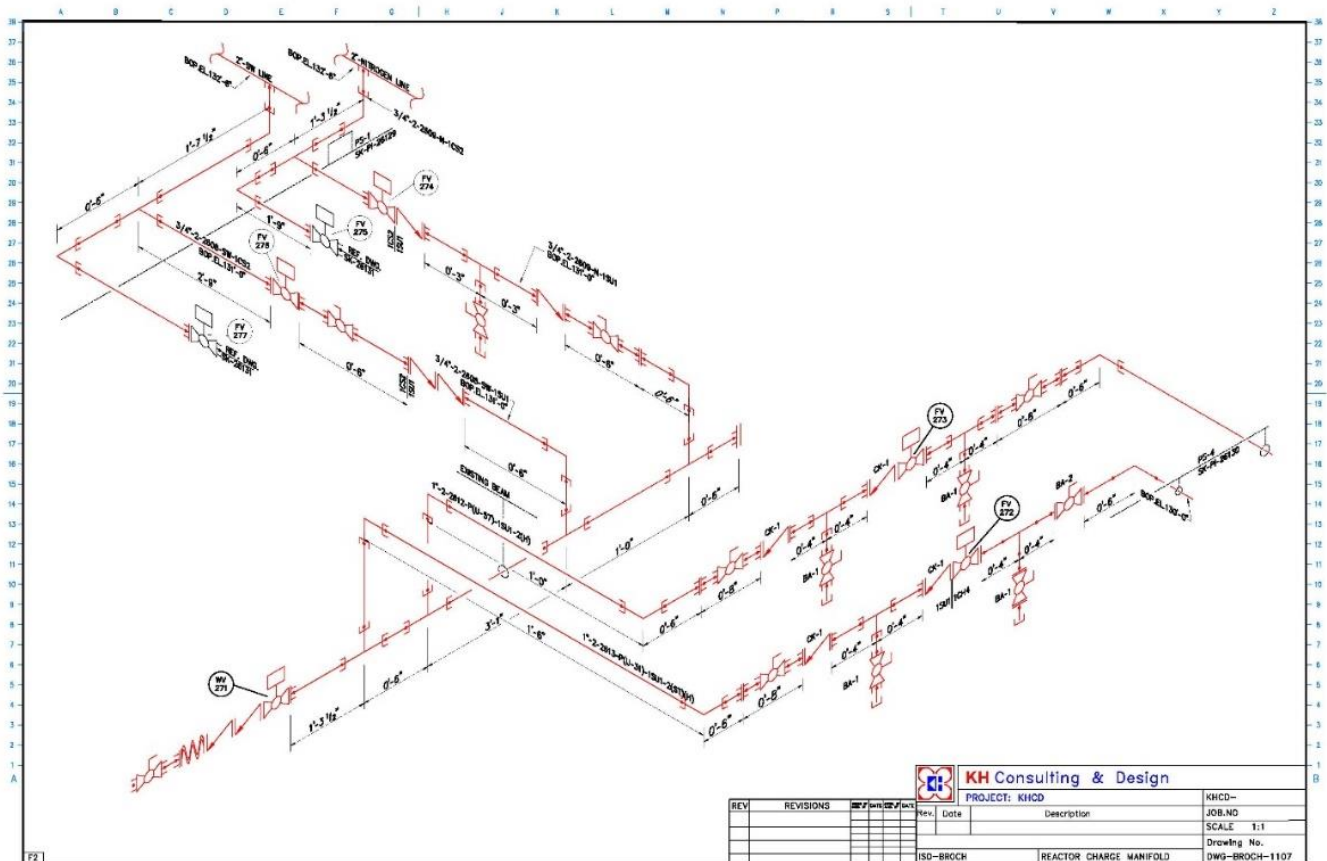
Fuente. <http://www.planospara.com/author/planospara/page/1377>



Los planos de detalle definen la minucia constructiva ya que en una escala más amplia deja observar los detalles mínimos de las actividades constructivas y se utilizan para los detalles estructurales, de carpintería, mobiliario fijo e instalaciones técnicas

## 2.1.2.4 Planos de isometría

### 2.1.2.4.1 Plano hidráulico



Fuente. <http://khcd.com/images/KHCD%20Dwg%20JPEG/big/Isometric-Drawing-USA.jpg>

Los planos de isometría son útiles al momento de querer visualizar las redes de fluidos dentro de la edificación. Es de carácter normativo elaborar el isométrico de la red de gas.

### **2.1.3. Simbología de redes a gas**

Los símbolos utilizados universalmente para el diseño de redes se representan según el tipo de unión entre las tuberías y los diferentes accesorios, según el caso dado bien sea unión por junta roscada, unión por junta soldada, unión por junta abocinada la representación de los accesorios varia.

### 2.1.3 Símbolos utilizados para representar conexiones



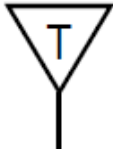




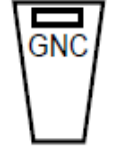

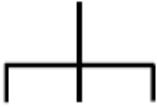




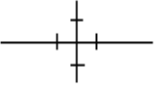
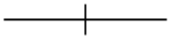
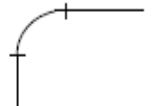
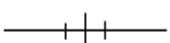

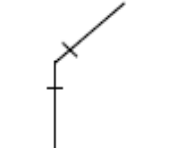


ACCESORIO	DE BRIDAS	ROSCADO	SOLDADO	MACHO Y HEMBRA	CAPILAR O ESTANADO
BUSHING REDUCTOR					
TAPON					
DOBLE T					
CODO DE 45 GRADOS					
90 GRADOS					
HACIA ABAJO					
HACIA ARRIBA					
CODO MACHO Y HEMBRA					
JUNTA (ACLOPAMIENTO) UNION TUBERÍA DE CONEXIÓN					
TAPON MACHO					
REDUCTOR CONCÉNTRICO					
ECÉNTRICO					
TE RECTA					
UNION UNIVERSAL					
VALVULAS DE CHEQUE PASO RECTO					
VÁLVULA DE AGUJA					
VÁLVULA DE COMPUERTA					
VÁLVULA DE BOLA					
VÁLVULA DE GLOBO					

Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

### 2.1.4 Símbolos utilizados para representar instrumentos y equipos

PARRILLA DE DOS QUEMADORES A GAS		REVERBERO UN QUEMADOR	
PARRILLA DE TRES QUEMADORES A GAS		ESTUFA DE CUATRO QUEMADORES Y HORNO A GAS	
PARRILLA DE CUATRO QUEMADORES A GAS		ESTUFA DE CUATRO QUEMADORES, ASADOR Y HORNO A GAS	
HORNO A GAS		ESTUFA DE TRES QUEMADORES A GAS	
QUEMADOR BUNSEN		BAÑO MARÍA	
MANÓMETRO CON VÁLVULA DE AGUJA		INSTRUMENTO MEDIDOR	
TUBERIA EMPOTRADA (ENTERRADA) <sup>3</sup>		TUBERIA VISIBLE	
TUBERIA EMPOTRADA (EN MURO)		CALENTADOR DE AGUA DE (AL) PASO	
CALENTADOR DE AGUA AL PASO (CAPACIDAD NOMINAL)		CALENTADOR DE ALMACENAMIENTO	
CALENTADOR DE AGUA DE ALMACENAMIENTO			

HORNO CON QUEMADOR ATMOSFERICO		DETECTOR DE GAS	
QUEMADOR		PUNTA TAPONADA	
TANQUE ESTACIONARIO		INDICADOR DE NIVEL	
EQUIPO PORTATIL		INDICADOR DE FLUJO	
REGULADOR		CONEXION POL	
APARATO CON QUEMADOR		INCINERADOR	
HORNO INDUSTRIAL CON QUEMADOR ATMOSFÉRICO		NODO	
VENTILADOR		REDUCCIÓN	
CAFETERA COMERCIAL "GRECA"		VÁLVULA AUTOMÁTICA	
MANÓMETRO		TUBERÍA DE COBRE (Cu) mm (diámetro exterior por espesor)	Cu25X1
CALENTADOR DE AMBIENTE		TUBERÍA DE HIERRO (Fe) mm (diámetro exterior por espesor)	Fe42X2
TAPÓN		TUBERÍA DE POLIETILENO (PE) mm (diámetro exterior por espesor)	PE 60X3
ESTACIÓN			

CAMBIO NIVEL-SUBE		INSTALACIÓN	
SISTEMA DE CONTROL		CAMBIO NIVEL-BAJA	
PUNTO DE DAÑO		REPARACIÓN	
DIBUJO DE DETALLE		ESTACIÓN GNC	
VÁLVULA ANGULAR DE GLOBO		SISTEMA DE LIMPIEZA	
VÁLVULA DE SOLENOIDE		VÁLVULA DE AGUJA	
CONECTOR FLEXIBLE		VÁLVULA DE CHEQUE	
DOBLE T		UNIÓN	
CODO 90°		UNIVERSAL	
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA		CODO 45°	
FILTRO		TE	

### **2.1.3 Descriptiva aplicada a las redes a gas**

Desde el punto de vista descriptivo el ingeniero debe tener claros conceptos sobre la proyección de coordenadas en tres dimensiones. Para facilitar el diseño de redes, dado que la normatividad exige planos de instalación y planos de isometría.

#### **2.1.3.1 Localización de un punto en el espacio**

Un punto en el espacio está representado por tres puntos coordenados  $x, y, z$  los valores  $X$  y  $Y$  representan la ubicación en planta del punto espacial y la coordenada  $Z$  representa su elevación. Para la representación de un punto en el espacio se toma el orden  $x, y, z$  en un sistema de coordenadas cartesianas Normal, esto quiere decir que el eje  $x$  crece de izquierda a derecha el eje  $y$  crece perpendicular al eje  $x$  y el eje  $z$  se proyecta verticalmente sobre el origen común de  $x$  y  $y$  formando un sistema ortogonal de coordenadas cartesianas. Este sistema permite ubicar los diferentes puntos de alimentación hacia los equipos a gas conectados a la red de gas, de manera similar al orden de presentación de los planos de construcción.

En la gráfica siguiente se puede apreciar el punto  $0,0,0$  pertenecen al origen, el punto  $0,3,5$  está en el plano  $Y, Z$ . El punto  $2,4,0$  está en el plano  $X, Y$ . El punto  $6, 9, 3$  está ubicado en el espacio  $X, Y, Z$ .

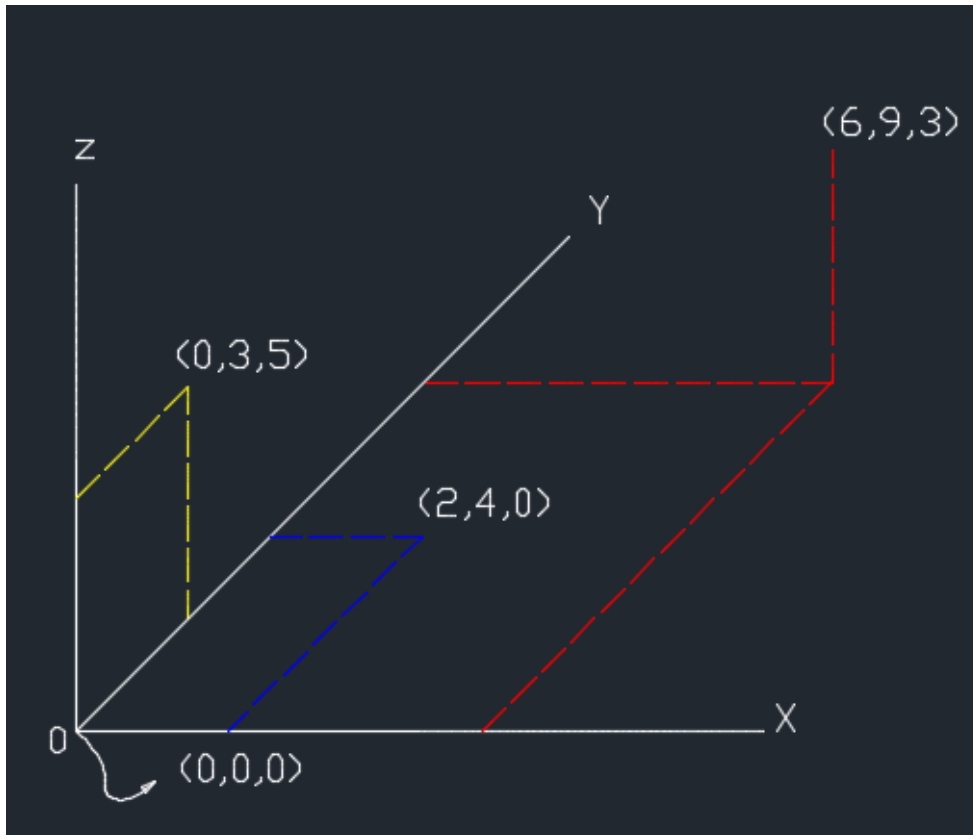


Figura 8 fuente autor

### 2.1.3.2 Localización de una línea en el espacio

Una línea en el espacio está representada por un par de puntos coordenados  $x, y, z$  los valores  $X$  y  $Y$  representan la ubicación en planta de la línea espacial y la coordenada  $Z$  representa su elevación. Para la representación de una línea en el espacio se toma el orden  $x, y, z$  en un sistema de coordenadas cartesianas Normal, esto quiere decir que el eje  $x$  crece de izquierda a derecha el eje  $y$  crece perpendicular al eje  $x$  y el eje  $z$  se proyecta verticalmente sobre el origen común de  $x$  y  $y$  formando un sistema ortogonal de coordenadas cartesianas. Este sistema permite ubicar los diferentes trazos de la red de alimentación hacia los equipos a gas conectados al centro de medición de manera similar al orden de presentación de los planos de construcción.



En la gráfica siguiente se puede apreciar el punto 0,0,0 sigue siendo el origen del sistema coordinado. La línea  $(0,0,5) - (0,3,5)$  está en el plano Y, Z. La línea  $(0,0,0) - (2,4,0)$  esta en el plano X,Y. La línea  $(0,0,0) - (6,9,3)$  esta ubicado en el espacio X,Y,Z.

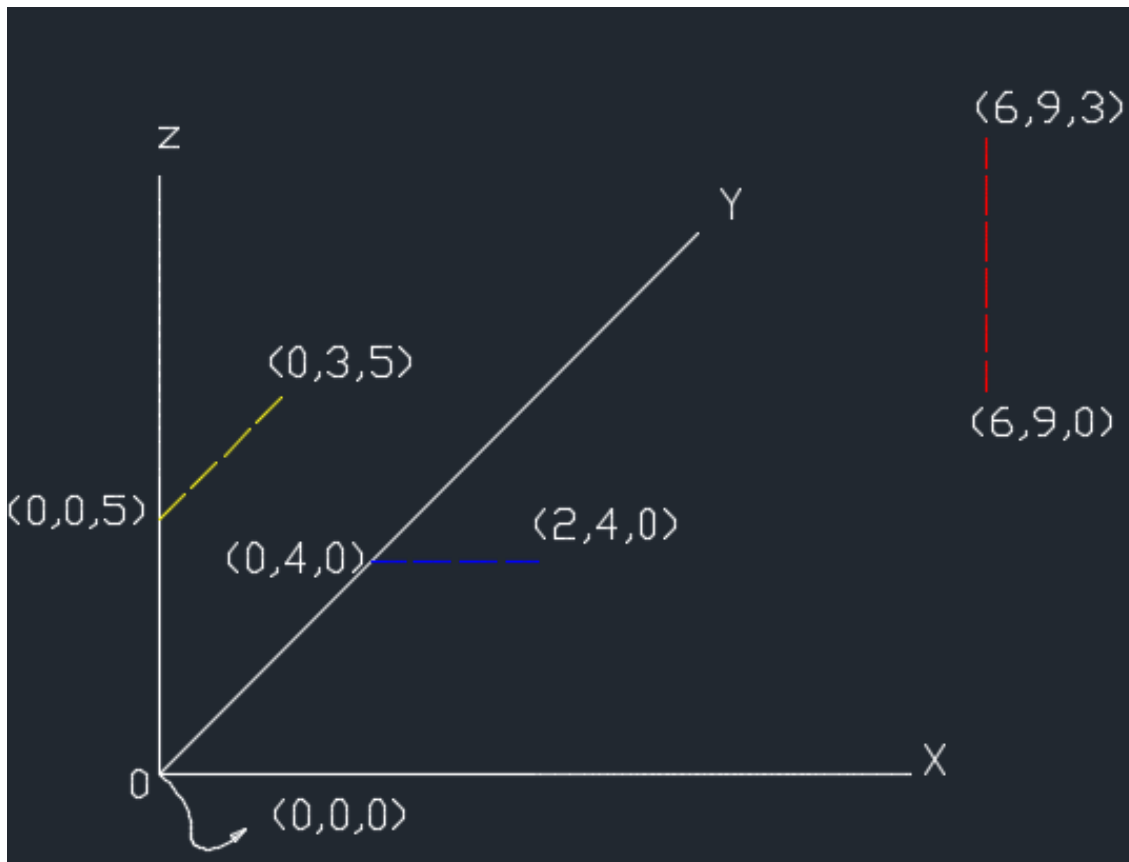


Figura 9 fuente autor



Figura 10 fuente autor **Isometría típica de los componentes descriptivos del plano.**

## 2.1.4 Metrología aplicada a las redes a gas

### 2.1.4.1 Unidades básicas

<b>Magnitud</b>	<b>Nombre</b>	<b>Símbolo</b>
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Intensidad de corriente eléctrica	ampere	A
Temperatura termodinámica	kelvin	K
Cantidad de sustancia	mol	mol
Intensidad luminosa	candela	cd

Fuente. <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/unidades/unidades/unidades.htm>

2.1.4.2 Unidades SI derivadas expresadas a partir de unidades básicas y suplementarias.

<b>Magnitud</b>	<b>Nombre</b>	<b>Símbolo</b>
Superficie	metro cuadrado	$m^2$
Volumen	metro cúbico	$m^3$
Velocidad	metro por segundo	$m/s$
Aceleración	metro por segundo cuadrado	$m/s^2$
Número de ondas	metro a la potencia menos uno	$m^{-1}$
Masa en volumen	kilogramo por metro cúbico	$kg/m^3$
Velocidad angular	radián por segundo	$rad/s$
Aceleración angular	radián por segundo cuadrado	$rad/s^2$

Fuente. <http://www.sc.edu.es/sbweb/fisica/unidades/unidades/unidades.htm>

### 2.1.4.3 Unidades SI derivadas con nombres y símbolos especiales.

Magnitud	Nombre	Símbolo	Expresión en otras unidades SI	Expresión en unidades SI básicas
Frecuencia	hertz	Hz		$s^{-1}$
Fuerza	newton	N		$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
Presión	pascal	Pa	$N \cdot m^{-2}$	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
Energía, trabajo, cantidad de calor	joule	J	$N \cdot m$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
Potencia	watt	W	$J \cdot s^{-1}$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
Cantidad de electricidad carga eléctrica	coulomb	C		$s \cdot A$
Potencial eléctrico fuerza electromotriz	volt	V	$W \cdot A^{-1}$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
Resistencia eléctrica	ohm	$\Omega$	$V \cdot A^{-1}$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
Capacidad eléctrica	farad	F	$C \cdot V^{-1}$	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
Flujo magnético	weber	Wb	$V \cdot s$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
Inducción magnética	tesla	T	$Wb \cdot m^{-2}$	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
Inductancia	henry	H	$Wb \cdot A^{-1}$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$

Fuente: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/unidades/unidades/unidades.htm>

#### 2.1.4.4 Unidades SI derivadas expresadas a partir de las que tienen nombres especiales

Magnitud	Nombre	Símbolo	Expresión en unidades SI básicas
Viscosidad dinámica	pascal segundo	Pa·s	$\text{m}^{-1}\cdot\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$
Entropía	joule por kelvin	J/K	$\text{m}^2\cdot\text{kg}\cdot\text{s}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$
Capacidad térmica másica	joule por kilogramo kelvin	J/(kg·K)	$\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$
Conductividad térmica	watt por metro kelvin	W/(m·K)	$\text{m}\cdot\text{kg}\cdot\text{s}^{-3}\cdot\text{K}^{-1}$
Intensidad del campo eléctrico	volt por metro	V/m	$\text{m}\cdot\text{kg}\cdot\text{s}^{-3}\cdot\text{A}^{-1}$

Fuente. <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/unidades/unidades/unidades.htm>

#### 2.1.4.5 Nombres y símbolos especiales de múltiplos y submúltiplos decimales de unidades SI autorizados

Magnitud	Nombre	Símbolo	Relación
Volumen	litro	l o L	$1\text{ dm}^3=10^{-3}\text{ m}^3$
Masa	tonelada	t	$10^3\text{ kg}$
Presión y tensión	bar	bar	$10^5\text{ Pa}$

Fuente. <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/unidades/unidades/unidades.htm>

Unidades definidas a partir de las unidades SI, pero que no son múltiplos o submúltiplos decimales de dichas unidades.

<b>Magnitud</b>	<b>Nombre</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Relación</b>
Ángulo plano	vuelta		1 vuelta= $2 \pi$ rad
	grado	°	$(\pi/180)$ rad
	minuto de ángulo	'	$(\pi /10800)$ rad
	segundo de ángulo	"	$(\pi /648000)$ rad
Tiempo	minuto	min	60 s
	hora	h	3600 s
	día	d	86400 s

Fuente. <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/unidades/unidades/unidades.htm>

#### 2.1.4.6 Tablas de conversión de unidades

A continuación, presentamos relación entre medidas del sistema británico y el sistema internacional, las unidades tienen cierta aproximación de carácter práctico para el ingeniero.

### 2.1.4.7 Conversión entre unidades de longitud S.I y sistema británico

#### longitud

milímetro mm	centímetro cm	metro m	pulgada in	pie ft	yarda yd
1	0.1	0.001	0.0394	0.0033	0.0011
10	1	0.01	0.3937	0.0328	0.0109
1000	100	1	39.3701	3.2808	1.0936
25.4	2.54	0.0254	1	0.0833	0.0278
304.8	30.48	0.3048	12	1	0.3333
914.4	91.44	0.9144	36	3	1

1 kilómetro = 1000 metros = 0'62137 millas

1 milla = 1609'34 metros = 1'60934 kilómetros

Fuente. Flujo de fluidos crane apéndice B

#### Área

milímetro cuadrado mm <sup>2</sup>	centímetro cuadrado cm <sup>2</sup>	metro cuadrado m <sup>2</sup>	pulgada cuadrada in <sup>2</sup>	pie cuadrado ft <sup>2</sup>	yarda cuadrada yd <sup>2</sup>
1	0.01	10 <sup>-6</sup>	1.55 x 10 <sup>-3</sup>	1.076 x 10 <sup>-5</sup>	1.196 x 10 <sup>-6</sup>
100	1	10 <sup>-4</sup>	0.155	1.076 x 10 <sup>-3</sup>	1.196 x 10 <sup>-4</sup>
10 <sup>6</sup>	10 000	1	1550	10.764	1.196
645.16	6.4516	6.452 x 10 <sup>-4</sup>	1	6.944 x 10 <sup>-3</sup>	7.716 x 10 <sup>-4</sup>
92 903	929.03	0.093	144	1	0.111
836 127	8361.27	0.836	1296	9	1

Fuente. Flujo de fluidos crane apéndice B



## Volumen

milímetro cúbico mm <sup>3</sup>	centímetro cúbico cm <sup>3</sup>	metro cúbico m <sup>3</sup>	pulgada cúbica in <sup>3</sup>	pie cúbico ft <sup>3</sup>	yarda cúbica yd <sup>3</sup>
1	0.001	10 <sup>-9</sup>	6.1 x 10 <sup>-5</sup>	3.531 x 10 <sup>-8</sup>	1.308 x 10 <sup>-9</sup>
1000	1	10 <sup>-6</sup>	0.061	3.531 x 10 <sup>-5</sup>	1.308 x 10 <sup>-6</sup>
10 <sup>9</sup>	10 <sup>6</sup>	1	61 024	35.31	1.308
16 387	16.39	1.639 x 10 <sup>-5</sup>	1	5.787 x 10 <sup>-4</sup>	2.143 x 10 <sup>-5</sup>
2.832 x 10 <sup>7</sup>	2.832 x 10 <sup>4</sup>	0.0283	1728	1	0.0370
7.646 x 10 <sup>8</sup>	7.646 x 10 <sup>5</sup>	0.7646	46 656	27	1

Fuente. Flujo de fluidos crane apéndice B

## capacidad

metro cúbico m <sup>3</sup>	litro l	mililitro ml	galón U.K. U.K. gal	galón U.S. U.S. gal	pie cúbico ft <sup>3</sup>
1	1000	10 <sup>6</sup>	220	264.2	35.3147
0.001	1	1000	0.22	0.2642	0.0353
10 <sup>-6</sup>	0.001	1	2.2 x 10 <sup>-4</sup>	2.642 x 10 <sup>-4</sup>	3.53 x 10 <sup>-5</sup>
0.00455	4.546	4546	1	1.201	0.1605
0.00378	3.785	3785	0.8327	1	0.1337
0.0283	28.317	28 317	6.2288	7.4805	1

Fuente. Flujo de fluidos crane apéndice B

## Velocidad

metro por segundo m/s	pie por segundo ft/s	metro por minuto m/min	pie por minuto ft/min	kilómetro por hora km/h	milla por hora mi/h
1	3.281	60	196.85	3.6	2.2369
0.305	1	18.288	60	1.0973	0.6818
0.017	0.055	1	3.281	0.06	0.0373
0.005	0.017	0.305	1	0.0183	0.01136
0.278	0.911	16.667	54.68	1	0.6214
0.447	1.467	26.822	88	1.6093	1

Fuente. Flujo de fluidos crane apéndice B

## Masa

kilogramo kg	libra lb	quintal cwt	tonelada t	tonelada U.K.	tonelada U.S. sh ton
1	2.205	0.0197	0.001	$9.84 \times 10^{-4}$	0.0011
0.454	1	0.0089	$4.54 \times 10^{-4}$	$4.46 \times 10^{-4}$	$5.0 \times 10^{-4}$
50.802	112	1	0.0508	0.05	0.056
1000	2204.6	19.684	1	0.9842	1.1023
1016	2240	20	1.0161	1	1.12
907.2	2000	17.857	0.9072	0.8929	1

Fuente. Flujo de fluidos crane apéndice B

## Caudal en unidades de masa

kilogramo por segundo kg/s	libra por segundo lb/s	kilogramo por hora kg/h	libra por hora lb/h	U.K ton/hor ton/h	tonelada/h t/h
1	2.205	3600	7936.64	3.5431	3.6
0.454	1	1633	3600	1.607	1.633
$2.78 \times 10^{-4}$	$6.12 \times 10^{-4}$	1	2.205	$9.84 \times 10^{-4}$	0.001
$1.26 \times 10^{-4}$	$2.78 \times 10^{-4}$	0.454	1	$4.46 \times 10^{-4}$	$4.54 \times 10^{-4}$
0.282	0.622	1016	2240	1	1.016
0.278	0.612	1000	2204.6	0.9842	1

Fuente. Flujo de fluidos crane apéndice B

## Caudal volumétrico

litro por p segundo l/s	litro por minuto l/min	metro cúbico por hora m <sup>3</sup> /h	pie cúbico por hora ft <sup>3</sup> /h	pie cúbico por minuto ft <sup>3</sup> /min	galón U.K. por minuto U.K. gal/min	galón U.S. por minuto US gal/min	barril U.S. por día US barril/d
1	60	3.6	127.133	2.1189	13.2	15.85	543.439
0.017	1	0.06	2.1189	0.0353	0.22	0.264	9.057
0.278	16.667	1	35.3147	0.5886	3.666	4.403	150.955
0.008	0.472	0.0283	1	0.0167	0.104	0.125	4.275
0.472	28.317	1.6990	60	1	6.229	7.480	256.475
0.076	4.546	0.2728	9.6326	0.1605	1	1.201	41.175
0.063	3.785	0.2271	8.0209	0.1337	0.833	1	34.286
0.002	0.110	0.0066	0.2339	0.0039	0.024	0.029	1

Fuente. Flujo de fluidos crane apéndice B

## Fuerza

newton N	kilonewton kN	kilogramo-fuerza kgf	libra-fuerza lbf
1	0.001	0.102	0.225
1000	1	101.97	224.81
9.807	0.0098	1	2.205
4.448	0.0044	0.454	1

Fuente. Flujo de fluidos crane apéndice B

## Presión

Newton por metro cuadrado N/m <sup>2</sup>	milibar (10 <sup>2</sup> N/m <sup>2</sup> ) mbar	bar (10 <sup>5</sup> N/m <sup>2</sup> ) bar	kilogramo fuerza por centímetro cuadrado kgf/cm <sup>2</sup>	libra-fuerza por pulgada cuadrada lbf/in <sup>2</sup>	pie de agua ft H <sub>2</sub> O	metro de agua m H <sub>2</sub> O	milímetro de mercurio mm Hg	pulgada de mercurio in Hg
1	0.01	10 <sup>-5</sup>	1.02 x 10 <sup>-5</sup>	1.45 x 10 <sup>-4</sup>	3.3 x 10 <sup>-4</sup>	1.02 x 10 <sup>-4</sup>	0.0075	2.95 x 10 <sup>-4</sup>
100	1	0.001	1.02 x 10 <sup>-3</sup>	0.0145	0.033	0.0102	0.75	0.029
10 <sup>5</sup>	1000	1	1.02	14.5	33.455	10.2	750.1	29.53
98 067	980.7	0.981	1	14.22	32.808	10.0	735.6	28.96
6895	68.95	0.069	0.0703	1	2.307	0.703	51.71	2.036
2989	29.89	0.03	0.0305	0.433	1	0.305	22.42	0.883
9807	98.07	0.098	0.1	1.42	3.28	1	73.55	2.896
133.3	1.333	0.0013	0.0014	0.019	0.045	0.014	1	0.039
3386	33.86	0.0338	0.0345	0.491	1.133	0.345	25.4	1

Fuente. Flujo de fluidos crane apéndice B

## Energía, Trabajo, Calor

joule J	kilojoule kJ	megajoule MJ	pie libra-fuerza ft lbf	unidad térmica británica B.t.u.	termia	kilowatt hora kW h
1	0.001	10 <sup>-6</sup>	0.737	9.48 x 10 <sup>-4</sup>	9.48 x 10 <sup>-9</sup>	2.78 x 10 <sup>-7</sup>
1000	1	0.001	737.56	0.9478	9.48 x 10 <sup>-6</sup>	2.78 x 10 <sup>-4</sup>
10 <sup>6</sup>	1000	1	737 562	947.82	9.48 x 10 <sup>-3</sup>	0.2778
1.356	1.36 x 10 <sup>-3</sup>	1.36 x 10 <sup>-6</sup>	1	1.28 x 10 <sup>-3</sup>	1.28 x 10 <sup>-8</sup>	3.77 x 10 <sup>-7</sup>
1055.1	1.0551	1.05 x 10 <sup>-3</sup>	778.17	1	10 <sup>-5</sup>	2.931 x 10 <sup>-4</sup>
1.0551 x 10 <sup>8</sup>	105 510	105.51	7.78 x 10 <sup>7</sup>	100-000	1	29.307
3.6 x 10 <sup>6</sup>	3600	3.6	2.65 x 10 <sup>6</sup>	3412.1	0.03412	1

Fuente. Flujo de fluidos crane apéndice B



## Potencia

Watt	kilogramo-fuerza metro segundo	caballo de vapor métrico	pie libra fuerza por segundo ft lbf/s	caballo de vapor
W	kgf m/s			hp
1	0.102	0.00136	0.738	0.0013
9.806	1	0.0133	7.233	0.0131
735.5	75	1	542.476	0.9863
1.356	0.138	$1.84 \times 10^{-3}$	1	$1.82 \times 10^{-3}$
745.70	76.04	1.0139	550.0	1

Fuente. Flujo de fluidos crane apéndice B

## 2.6 Termodinámica

la termodinámica analiza la relación energética - por efecto del calor - que hay entre dos cuerpos.

Se distinguen dos procesos uno físico donde solo actúan las energías de los cuerpos y otro químico donde debido a reacciones de los compuestos se libera calor.

Los sistemas termodinámicos de acuerdo a su relación con el medio se identifican en:

**Aislado.** Cuando no se intercambia energía y tampoco materia con un medio externo, como por ejemplo los fenómenos del universo (explosión de estrellas) donde todo ocurre dentro de los límites estelares, se entiende como sistema aislado.

**Cerrado.** Cuando hay intercambio de energía, pero no de materia con el medio externo, como por ejemplo un recipiente que irradie calor el sistema es considerado cerrado.

**Abierto.** Al intercambiar materia y energía con el medio externo. Como por ejemplo la explosión nuclear de una bomba.

Los procesos termodinámicos tienen dos características de acuerdo a las fases que lo compongan, puede ser homogéneo cuando en si interacción solo utiliza una fase y heterogéneo si se compone de tres fases, y teniendo en cuenta que estas fases son temperatura, presión, y densidad.

Estas fases se pueden agrupar en una sola expresión asociando a ellas la constante universal R de los gases y el número de moles (n).

$$PV=RnT$$

Donde es posible calcular cada una de las fases en función de las otras.

$$V= RnT/P \quad P= RnT/V \quad T=PV/Rn$$

### **2.6.1 Equilibrio termodinámico**

El equilibrio termodinámico obedece a las permanencias invariables de los valores de estado en el tiempo después de haber realizado un trabajo energético y si al separarse del medio donde se encuentra las variables macroscópicas estas tampoco cambian.

El valor energético aportado en cualquier condición para que un gramo de agua en su condición más densa aumente un grado de diferencial de gradiente se llama caloría y lograr este gradiente de temperatura requiere una energía de 4.18 julios.

### **2.6.2 Primer principio de la termodinámica**

En un sistema cerrado sin variación de la presión, temperatura, volumen o dos de las tres, el gas de acuerdo con el comportamiento de los gases ideales posee una energía interna asociada a la energía cinética de las moléculas de gas al chocar unas con otras, esta energía

se representa con  $U$  y si con una intervención externa, hay una variación de  $U$ , es debido a que existe un cambio de energía por trabajo realizado.

$$\Delta U = U_f - U_i$$

Como ingresa energía ( $Q$ ) al sistema interno y produce un trabajo ( $W$ ), la misma cantidad de energía que entra sale en forma de trabajo manteniéndose inalterado el valor  $U$  de la energía interna, lo que sugiere que no se puede idealizar una máquina de trabajo perpetuo sin que tome energía de una fuente externa este principio se denomina principio de conservación de la energía.

$$\Delta U = Q - W$$

En síntesis, si no hay intercambio de energía con el medio circundante la energía interna de un gas como lo estimó Joule, solo depende de su temperatura.

### **2.2.3. Capacidad calorífica de un gas ideal.**

Un sistema como ya se sabe necesita una capacidad térmica para cambiar su estado, en este orden para pasar de un estado de temperatura inferior a uno superior en escala de  $1^\circ\text{C}$  es igual a la masa por el calor específico por el diferencial de temperatura.

$$Q = C\Delta T = mc\Delta T$$

Si se mantiene constante el volumen podemos obtener aumento de la energía (cantidad de calor) si se incrementa la temperatura.

$$Q_v = C_v \Delta T = \Delta U$$

#### 2.2.4 Entalpia

El producto del volumen por la presión más la energía interna de un sistema y definido por la variación de sus componentes de estado:

$$\Delta H = \Delta PV + \Delta U$$

Si se mantiene constante la presión podemos obtener aumento de la energía (cantidad de calor) si se incrementa la temperatura por el calor específico del gas.

$$Q_p = C_p \Delta T$$

En su gran mayoría a temperatura ambiente y a presión constante los gases se comportan idealmente.

El calor específico de un gas depende del proceso a que se someta este.

A volumen constante y presión constante R es igual a la diferencia de sus respectivos calores específicos.

### **2.2.5. Análisis de la combustión**

Las uniones de elementos químicos generan reacciones físico químicas que alteran la naturaleza de las cosas, las reacciones químicas donde interviene el oxígeno se llama oxidación y la principal característica de esta reacción es la reducción de los elementos ya que en apariencia la presencia de oxígeno el cual reacciona fácilmente con algunos elementos de la tabla periódica en apariencia destruye los elementos ya que los hace cambiar drásticamente de apariencia. Cuando en presencia del oxígeno los elementos o los compuestos desprenden calor y luz el proceso se llama combustión

El balance de los elementos que intervienen en este proceso se llama estequiometría y se utiliza para que el proceso de combustión sea lo más limpio posible libre de trazas indeseables que contaminen o no faciliten un proceso óptimo de consumo de combustible.

Para que se produzca combustión se requiere de un material combustible y un material comburente en presencia de ignición la cual es el inicio del proceso oxidante. Este trio de elementos constituyen el triángulo de fuego el cual quiere decir que sin la presencia de uno de los tres es imposible tener combustión.

#### **2.7.1 Aire para la combustión**

El oxígeno es al material comburente en el triángulo de fuego la relación entre el material combustible y el oxígeno permite una combustión rápida o lenta, sin embargo, encontrarlo en estado puro requiere de procesos industriales para tener acceso a él, es por esta razón que el oxígeno que respiramos es el motor de la vida tal como la conocemos, en nuestro cuerpo el oxígeno es el elemento que permite a la mitocondria desarrollar sus procesos energéticos. Este oxígeno está en el aire circundante y las pruebas señalan que ocupan hasta



un 21% de proporción de la masa de aire en el planeta y disminuye de acuerdo a su nivel sobre el mar. Al estar conformado por nitrógeno y oxígeno el aire que nos circunda esta relación es suficiente para generar procesos combustibles a atmosfera abierta. la relación del 100% del aire /21% del oxígeno presente en él, arroja un valor de 4.76 el cual es el valor a multiplicar para encontrar la cantidad mínima de aire necesario para proceso de combustión. Sin embargo, a pesar de mantenerse estable la combustión con este valor se necesita acelerar la combustión y se logra incrementando el aire para mejorar el aporte de oxígeno a la llama. Las mediciones han permitido considerar que con el 20% de exceso de aire se obtiene una combustión eficaz, y después del proceso el exceso será considerado producto de la combustión.

### **2.7.2 Cantidad de sustancia**

Al tomar 12 gramos del isotopo de carbono 12 se contabilizan  $6.023 \times 10^{23}$  átomos. Este valor toma nombre de Numero de Avogadro y con los demás elementos la cantidad de sustancia llamada MOL es el resultado de la misma cantidad de átomos para cada elemento químico.

### **2.7.3 Masa molecular.**

La cantidad de sustancia en una molécula o molécula atómica es igual a la cantidad de átomos con sus respectivas cantidades de sustancia en ese orden tomando como referencia el Carbono cuya masa molécula es igual a 12 g/mol, encontramos diferentes valores para cada molécula en particular.

#### 2.7.4 Cantidad de aire para la combustión (mol).

La cantidad de masa de aire promedio para la combustión se obtiene por la cantidad de sustancia del oxígeno y nitrógeno (componentes del aire).

$$\begin{aligned} M_{(aire)} &= \frac{M_{N_2}(28) \times 79}{100} + \frac{M_{O_2}(32) \times 21}{100} = \\ &= \frac{2212}{100} + \frac{672}{100} = 28.84 \frac{kg}{kmol} \end{aligned}$$

#### 2.7.5 Aire estequiométrico

ROC es igual a la cantidad de oxígeno

RAC es igual a la cantidad de aire

La cantidad de aire necesario para la quema total de material combustible de relaciona:

$$\frac{\text{kmol de aire}}{\text{kmol de combustible}} = RAC_e$$

$$\frac{\text{kmol de oxígeno}}{\text{kmol de oxígeno}} = ROC_e$$

$$RAC = 4.76 ROC \frac{\text{kmol aire}}{\text{kmol combustibe}}$$

CARACTERISTICAS MOLECULARES DE AGENTES PRESENTES EN PROCESOS DE COMBUSTION		
NOMBRE	FORMULA	MASA MOLECULAR
HIDROGENO	H <sub>2</sub>	2
OXIGENO	O <sub>2</sub>	32
NIROGENO	N <sub>2</sub>	28
MONOXIDO DE CARBONO	CO	28
DIOXIDO DE CARBONO	CO <sub>2</sub>	44
DIOXIDO DE AZUFRE	SO <sub>2</sub>	64
AGUA	H <sub>2</sub> O	18
CARBONO	C	12
AZUFRE	S	32
METANO	CH <sub>4</sub>	16
ETANO	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	30
PROPANO	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	44
BUTANO	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58
PENTANO	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	72

Tabla 19. Características moleculares de agentes presentes en el proceso de combustión

## 2.8 Comportamiento de los gases combustibles comerciales en espacios confinados.

Los gases combustibles tienen relaciones de densidad con respecto al aire. En un espacio confinado no cerrado habrá una capa de aire, una zona de dilución y otra zona de gas, esta estratificación corresponderá a la densidad relativa de cada gas con el aire y nos permite diseñar áreas de evacuación de gases.

Cuando el aire es más liviano que el gas corresponde evacuar por las partes inferiores de los espacios confinados los escapes que se presenten, cuando el aire es más pesado corresponde evacuar gases por las partes altas de los espacios confinados.

Al observar la tabla se percibe el conflicto que existe entre el aire y el co, el aire y el etano ya que el primero se diluye fácilmente con el aire y puede matar de manera fácil ya que el co se une a la hemoglobina impidiendo la llegada de oxígeno a los tejidos, matando fácilmente una persona en cuestión de minutos, el etano también por su cercanía a la densidad del aire se convierte en una mezcla altamente explosiva.

La seguridad que se debe observar al proyectar instalación de redes de gas debe tener en cuenta el comportamiento de los gases en presencia del aire para evitar accidentes costosos. Es importante permitir un flujo natural de los gases combustibles y de los gases de combustión los sistemas mecánicos de seguridad son propensos a fallas y por ende es preciso evitar accidentes mortales.

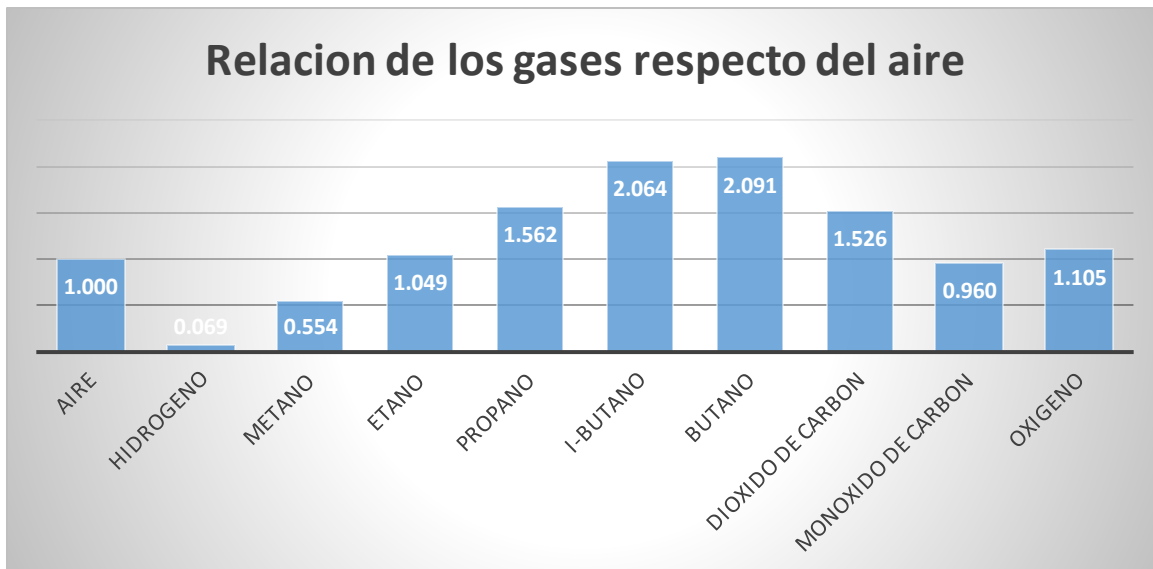


Figura 11 aire vs otros gases Fuente autor

<b>DENSIDAD RELATIVA DE ALGUNOS GASES CON RESPECTO AL AIRE EN CONDICIONES NORMALES (n)</b>		
<b>NOMBRE</b>	<b>DENSIDAD RELATIVA</b>	<b>KG/M3(n)</b>
<b>AIRE</b>	<b>1.000</b>	<b>1.293</b>
<b>HIDROGENO</b>	<b>0.069</b>	<b>0.089</b>
<b>METANO</b>	<b>0.554</b>	<b>0.716</b>
<b>ETANO</b>	<b>1.049</b>	<b>1.356</b>
<b>PROPANO</b>	<b>1.562</b>	<b>2.020</b>
<b>I-BUTANO</b>	<b>2.064</b>	<b>2.669</b>
<b>BUTANO</b>	<b>2.091</b>	<b>2.704</b>
<b>DIOXIDO DE CARBON</b>	<b>1.526</b>	<b>1.973</b>
<b>MONOXIDO DE CARBON</b>	<b>0.960</b>	<b>1.250</b>
<b>OXIGENO</b>	<b>1.105</b>	<b>1.459</b>

Tabla 20 . Densidad relativa de algunos gases con respecto al aire en condiciones normales (n)  
Fuente autor

## **2.9 Comportamiento del gas en ductos de sección circular**

Los fluidos en general tienen una particularidad especial y es que se amoldan al recipiente que los contiene este principio físico sirve de fundamento para su transporte en condiciones de volumen por unidad de tiempo y presión por unidad de superficie, de acuerdo a las leyes del movimiento de los cuerpos en el transporte de los fluidos influye la superficie por donde se desplaza y la sección que atraviesa.

La fricción que se genera cuando se ponen en contacto dos cuerpos nos permite deducir que cuando más lisa es la superficie la fricción entre dos cuerpos es menor y la velocidad del uno con respecto del otro es mayor, sin embargo, siempre habrá rozamiento entre dos cuerpos en contacto.

Llevar gas a través de tuberías genera pérdidas de velocidad, de caudal y de presión, es conveniente saber cómo se comportan los gases en condiciones de transporte.

La fórmula de la ecuación de continuidad de Bernoulli diseñada para fluidos incompresibles expresa lo siguiente:

$$y_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = y_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \sum \lambda$$

**g = aceleración de la gravedad.**

**y<sub>1</sub> = altura geométrica en la dirección de la gravedad en la sección.**

**p = presión a lo largo de la línea de corriente.**

**ρ = densidad del fluido.**

**v = velocidad del fluido.**

**Σ λ = pérdida de carga**

Los gases son fluidos compresibles y si vamos a analizar la continuidad del flujo gaseoso a partir de la ecuación universal de la continuidad del flujo se debe estimar que en un tramo recto de sección uniforme; sobre el fluido gaseoso no hay ninguna acción de trabajo externo y el flujo es a régimen permanente, considerando el peso del flujo gaseoso y el balance de la conservación de la energía a través de una distancia cualquiera se obtiene la fórmula del trabajo mecánico a través de la sección utilizada.

$$y_1 + \frac{p_1}{\gamma_1} + \frac{v_1^2}{2g} + H_e = y_2 + \frac{p_2}{\gamma_2} + \frac{v_2^2}{2g} + h_f$$

**Y = energía potencial por diferencial piezométrica del fluido gaseoso.**

**$p/\gamma$  = energía que se debe generar para permitir el paso de del peso del flujo gaseoso**

**p = Presión absoluta del flujo gaseoso**

**$\gamma$  = peso específico del flujo gaseoso.**

**$v^2/2g$  = energía cinética generada por el paso del flujo gaseoso.**

**V = velocidad del flujo gaseoso**

**g = gravedad**

**He = trabajo hecho por el flujo gaseoso en virtud de su naturaleza dinámica al paso por la sección tubular.**

En el interior de la sección tubular el trabajo que hace el flujo gaseoso desde P1 a P2 con un cambio volumétrico V1 a V2 está dado por:

$$\int_{v_1}^{v_2} p dv = H_e$$

**\*Hf = trabajo que realiza el flujo gaseoso al paso por la sección tubular.**

Para el transporte del gas se tiene en cuenta que el flujo corre isotérmicamente y obedece la ley de Boyle y se simplifica la ecuación general para efectos de transporte del gas en ductos a baja presión por considerarse que los gases reales tienen un comportamiento variable a altas presiones ya que hay diferencia entre estos y los gases ideales.

$$y_1 + \frac{v_1^2}{2g} + H_e = y_2 + \frac{v_2^2}{2g} + h_f$$

Si se ignoran las diferencias piezométricas podemos concluir que un gas tendrá el siguiente comportamiento:

$$\frac{v_1^2}{2g} + H_e = \frac{v_2^2}{2g} + h_f$$

En conclusion

$$H_e = \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} + h_f$$

La pérdida de presión produce aumento del volumen a temperatura constante y al permanecer la sección constante tenemos incremento de la velocidad. Si se considera que el flujo gaseoso por la misma dinámica de las partículas moleculares es turbulento.

Para una longitud diferencial ( $\delta l$ )



$$\delta h_f = \delta h_e - \frac{\delta v^2}{2g}$$

Como la resistencia es proporcional a:

$$\delta l * p * \frac{v^2}{2g} * \gamma$$

Donde:

**$\delta l$  = longitud de la sección tubular**

**$p$  = perímetro de la sección tubular**

**$v$  = velocidad del flujo**

**$g$  = gravedad**

**$\gamma$  = peso específico del flujo gaseoso.**

Igualando de manera proporcional

$$\delta R_f = f(d) * (p) * \left( \frac{v^2}{2g} \right) * (\gamma)$$

Donde  $f$  es el factor de proporción que balancea la igualdad para convertirse en el factor de fricción.

Si se analiza el trabajo realizado en la longitud de la sección tubular y considerando el peso del fluido en el mismo tramo.

Se obtiene.

$$h_f = 4f \frac{l}{D} \frac{v^2}{2g}$$

Considerando las ecuaciones de estado de los gases ideales y su relación molar con el aire y en condiciones iniciales para temperatura y presión llegamos a:

$$Q = \frac{\pi}{4} \left[ \frac{\left(9.8 \frac{m}{s^2}\right) * \left(8.282 \frac{mN}{mol.K}\right) (p_1^2 - p_2^2) D^5}{\left(.2842 \frac{N}{mol}\right) G^4 L T} \right]^{\frac{1}{2}} \frac{T_0}{P_0}$$

Simplificando obtenemos la Ecuación de weymouth base para el cálculo en redes de flujo de fluidos compresibles cuando el factor de fricción se obtiene a partir de

$$f = \frac{.008}{D^{\frac{1}{3}}}$$

$$Q = 1.6156 \left[ \frac{(p_1^2 - p_2^2)}{G^4 L T} \right]^{\frac{1}{2}}$$

La Ecuación de weymouth ha derivado en expresiones simplificadas para rangos diferentes de presión del gas ya que inicialmente es considerada para transporte en grandes diámetros.

Formula de mueller para media presión.

$$Q = \frac{.13}{G^{.425}} \left[ \frac{(p_1^2 - p_2^2)}{L} \right]^{.575} D^{2.725}$$

Unidades métricas, diámetro en mm

Formula de mueller para baja presión.

$$Q = \frac{3.75 * 10^{-3}}{G^{.425}} \left[ \frac{h}{L} \right]^{.575} D^{2.725}$$

Unidades métricas h es la perdida en milibares.

La pérdida de presión se puede medir por la diferencia manométrica entre los puntos de recorrido de los fluidos y está influida por la sección del conducto, la rugosidad del conducto y por la viscosidad del fluido.

En las redes a gas sucede de manera similar y se han desarrollado formulas competentes para determinar perdidas de presión por recorrido de gas en tuberías.

Las formulas están concebidas para bajas, medias y altas presiones de gas con autoría de varios investigadores.

## Capítulo 3

### 3.1 Características de los materiales necesarios para redes a gas

Los materiales usados para la conducción de redes a gas han pasado por la tubería de hierro colado hasta los tubos hechos de material sintético hoy en día. En la actualidad podemos escoger varias alternativas de acuerdo con el proyecto que se requiera desarrollar, son los siguientes:

Hierro galvanizado

Hierro acerado

Cobre rígido

Cobre flexible

Aluminio

Polietileno

Cada uno con particularidades individuales para el transporte de flujos gaseosos.

El uso de la tubería en redes a gas esta normatizado por estándares nacionales NTC que son normas colombianas ajustadas a las normas internacionales ASTM y ANSI. Cuando no hay normatividad NTC se toman como referencia las normas ASTM o AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS

## **3.2 Tubería de cobre**

Este tipo de material de uso mundial para la conducción de flujos líquidos y gaseosos tiene dos tipos de presentación. Tubería flexible y tubería recta ambas presentaciones vienen con una nominación estándar tipo K, tipo L, tipo M y tipo DWV

La resistencia a la presión de mayor a menos son

K, L, M y DWV

Los dos primeros K y L son admitidos para redes a gas

Tipo M usado para calefacción drenaje y ventilación

Tipo DWV usado para ductos sin presión.

La tubería rígida tiene las siguientes características

Su temple es duro para flexión entre apoyos.

### **3.1.2 Tubería tipo K y tipo L tubo rígido**

#### **3.1.2.1 Usos y consideraciones normativas para redes internas**

1. Redes internas domiciliarias y comerciales.
2. Red embebida encamisada o aéreas con soporte metálico  
y dieléctrico más pintura amarilla.
3. La cabeza prueba de hermética se debe hacer

- previamente antes de embeber camisa y conectar instrumentos de red y equipos a gas.
4. Duración de la prueba hermética 15 min.
  5. Evitar contacto con la humedad.
  6. Protección anticorrosiva
  7. Uso de dieléctrico para evitar la cavitación por par galvánico
  8. Evitar su uso en gases con concentración de ácido sulfhídrico mayor a 7 mg/m<sup>3</sup> de gas
  9. Evitar su uso en contacto de aguas residuales y contenidos amonia cales

### **3.1.2.2 Usos Y Consideraciones Normativas Para Redes Externas**

1. Redes internas domiciliarias y comerciales.
2. Red embebida encamisada o aéreas con soporte metálico y dieléctrico más pintura amarilla.
3. La cabeza prueba de hermética se debe hacer previamente antes de embeber camisa y conectar instrumentos de red y equipos a gas.
4. Duración de la prueba hermética 60 min.
5. Evitar contacto con la humedad.
6. Cada especificación de tubería debe considerarse como un documento separado. Cuando se requiera puede ser revisado individualmente.

7. Protección anticorrosiva

8. Uso de dieléctrico para evitar la cavitación por par galvánico

9. Evitar su uso en gases con concentración de ácido sulfhídrico mayor a 7 mg/m<sup>3</sup> de gas

10. Evitar su uso en contacto de aguas residuales y contenidos amoniacales

<b>REFERENCIAS NORMATIVAS COLOMBIANAS</b>	
<b>NTC-332</b>	<b>Roscas NTC</b>
<b>NTC-2057</b>	<b>Calificación de soldadores</b>
<b>NTC-2505</b>	<b>Instalaciones Domiciliarias</b>
<b>NTC-2700</b>	<b>Soldadura para tubería de cobre</b>
<b>NTC-2863</b>	<b>Soldadura para tubería de cobre</b>
<b>NTC-3538</b>	<b>Válvula operación menor 125 psi</b>
<b>NTC-3740</b>	<b>Válvulas con operación inferior a 1psig</b>
<b>NTC-3944</b>	<b>Tubería Rígida de Cobre</b>

tabla 21. referencias normativas colombiana

Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

<b>REFERENCIAS NORMATIVAS INTERNACIONALES AMERICAN ESTÁNDAR TESTING METHOD - ASTM</b>	
<b>ASTM B-88</b>	<b>Tipo K o L Tubería rígida de cobre</b>
<b>ASTM B-88M</b>	<b>Tipo A o B Tubería rígida de cobre</b>

tabla 22. Referencias normativas internacionales american estándar testing method - astm

Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

<b>TUBERIA RIGIDA TIPO K</b>				
<b>diámetro nominal</b>	<b>diámetro real en mm</b>	<b>espesor pared en mm</b>	<b>presión de trabajo máxima milibares</b>	<b>peso teórico kg/m</b>
1/4	9.53	0.89	83.426	0.216
3/8	12.7	1.24	87.287	0.397
1/2	15.88	1.24	68.602	0.508
3/4	22.23	1.65	64.672	0.95
1	28.58	1.65	49.987	1.25
1" 1/4	34.93	1.65	40.196	1.54
1" 1/2	41.28	1.83	37.231	2.02
2	53.98	2.11	33.301	3.06
2" 1/2	66.68	2.41	30.405	4.35
3	79.38	2.77	29.44	5.94
4	104.78	3.4	27.441	9.65
5	130.18	4.06	26.475	14.34

tabla 23. Tubería rígida tipo k.

Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002



<b>TUBERIA RIGIDA TIPO L</b>				
<b>diámetro nominal</b>	<b>diámetro real en MM</b>	<b>espesor pared en mm</b>	<b>presión de trabajo máxima milibares</b>	<b>peso teórico kg/m</b>
1/4	9.53	0.76	7053339	0.216
3/8	12.7	0.89	61	0.397
1/2	15.88	1.02	56.05439	0.508
3/4	22.23	1.14	44.26435	0.95
1	28.58	1.27	38.12802	1.25
1" 1/4	34.93	1.4	38.12802	1.54
1" 1/2	41.28	1.52	31.37115	2.02
2	53.98	1.78	28.06167	3.06
2" 1/2	66.68	2.03	25.85535	4.35
3	79.38	2.29	24.40745	5.94
4	104.78	2.79	22.54586	9.65
5	130.18	3.17	20.54638	14.34

tabla 24. Tubería rígida tipo l

Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

<b>ALCANCE MECANICO DE TRABAJO TUBOS RIGIDO TIPO K y L</b>		
<b>USOS</b>	<b>GLP</b>	<b>GN</b>
<b>INSTALACION</b>	<b>INTERNA</b>	<b>INTERNA</b>
<b>MAX PRESION DE TRABAJO</b>	<b>MENOR O IGUAL A 140 MBR</b>	
<b>PRESION DE PRUEBA</b>	<b>1 BAR</b>	
<b>MAX TEMPERATURA DE TRABAJO</b>	<b>-1°C A 93°C</b>	
<b>DIAMETROS</b>	<b>DESDE 1/2" A 2"</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<b>RIGIDO SIN COSTURA</b>	
<b>LONGITUD</b>	<b>6.1 M</b>	

tabla 25. Alcance mecanico de trabajo tubos rigido tipo k y l  
Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

<b>ALCANCE MECANICO DE TRABAJO TUBOS RIGIDO TIPO K y L</b>		
<b>USOS</b>	<b>GLP</b>	<b>GN</b>
<b>INSTALACION</b>	<b>EXTERNA</b>	<b>EXTERNA</b>
<b>MAX PRESION DE TRABAJO</b>	<b>MENOR O IGUAL A 340 MBR</b>	
<b>PRESION DE PRUEBA</b>	<b>2 BAR</b>	
<b>MAX TEMPERATURA DE TRABAJO</b>	<b>-29°C A 93°C</b>	
<b>DIAMETROS</b>	<b>DESDE 1/2" A 2"</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<b>RIGIDO SIN COSTURA</b>	
<b>LONGITUD</b>	<b>6.1 M</b>	

tabla 26. Alcance mecanico de trabajo tubos rigido tipo k y l  
Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

### **3.1.3. Tubería flexible .**

Su temple es blando para permitir el doblar sin perder la relación diámetro espesor (conservación de pared).

#### **3.1.3.1 instalaciones internas**

1. Redes internas domiciliarias
2. Red embebida encamisada o aéreas con soporte metálico y dieléctrico más pintura amarilla.
3. La cabeza prueba de hermética se debe hacer previamente antes de embeber camisa y conectar instrumentos de red y equipos a gas.
4. Duración de la prueba hermética 15 min.
5. Evitar contacto con la humedad.
6. Protección anticorrosiva
7. Uso de dieléctrico para evitar la cavitación por par galvánico
8. Evitar su uso en gases con concentración de ácido sulfhídrico mayor a 7 mg/m<sup>3</sup> de gas
9. Evitar su uso en contacto de aguas residuales y contenidos amoniacales
10. Unión abocinada no se admite unión por anillo de presión.

<b>REFERENCIAS NORMATIVAS COLOMBIANAS</b>	
<b>NTC-332</b>	<b>Roscas NTC</b>
<b>NTC-2057</b>	<b>Calificación de soldadores</b>
<b>NTC-2505</b>	<b>Instalaciones Domiciliarias</b>
<b>NTC-2700</b>	<b>Soldadura para tubería de cobre</b>
<b>NTC-2863</b>	<b>Soldadura para tubería de cobre</b>
<b>NTC-3538</b>	<b>Válvula operación menor 125 psi</b>
<b>NTC-3740</b>	<b>Válvulas con operación inferior a 1psig</b>
<b>NTC-3944</b>	<b>Tubería Rígida de Cobre</b>

tabla 27. Referencias normativas colombianas

Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

<b>REFERENCIAS NORMATIVAS INTERNACIONALES AMERICAN ESTÁNDAR TESTING METHOD</b>	
<b>- ASTM y AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS</b>	
<b>ASTM B-280</b>	<b>Tipo K o L Tubería flexible de cobre</b>
<b>ANSI B16.22</b>	<b>rosca recta en uno o ambos extremos para conexión por abocinado</b>

tabla 28. Referencias normativas internacionales american estándar testing method – astm y american society for testing and materials

Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

<b>TUBERIA FLEXIBLE TIPO K</b>				
<b>diámetro nominal pulgadas</b>	<b>diámetro real en mm</b>	<b>espesor pared en mm</b>	<b>presión de trabajo máxima milibares</b>	<b>peso teórico kg/m</b>
1/4	9.53	0.89	83.426	0.216
3/8	12.7	1.24	87.287	0.397
1/2	15.88	1.24	68.602	0.508
3/4	22.23	1.65	64.672	0.95
1	28.58	1.65	50.124	1.244

tabla 28 a. Tubería flexible tipo k  
Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

<b>TUBERIA FLEXIBLE TIPO L</b>				
<b>diámetro nominal</b>	<b>diámetro real en mm</b>	<b>espesor pared en mm</b>	<b>presión de trabajo máxima milibares</b>	<b>peso teórico kg/m</b>
1/4	9.53	0.76	70.533	0.187
3/8	12.7	0.89	47.642	0.295
1/2	15.88	1.02	56.054	0.424
3/4	22.23	1.14	44.264	0.673
1	28.58	1.27	38.128	0.971

tabla 29. Tubería flexible tipo l  
Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

<b>ALCANCE MECANICO DE TRABAJO TUBOS FLEXIBLES TIPO K y L</b>		
<b>USOS</b>	<b>GLP</b>	<b>GN</b>
<b>INSTALACION</b>	<b>INTERNA</b>	<b>INTERNA</b>
<b>MAX PRESION DE TRABAJO</b>	<b>MENOR O IGUAL A 140 MBR</b>	
<b>PRESION DE PRUEBA</b>	<b>1 BAR</b>	
<b>MAX TEMPERATURA DE TRABAJO</b>	<b>-1°C A 93°C</b>	
<b>DIAMETROS</b>	<b>DESDE 1/2" A 3/4"</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<b>RIGIDO SIN COSTURA</b>	
<b>LONGITUD</b>	<b>6.1 M</b>	

tabla 30. Alcance mecanico de trabajo tubos flexibles tipo k y l  
Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

### 3.3 Tubería de Acero

La tubería en Acero es el producto de aleaciones del hierro con el carbono para proporcionar características de mayor resistencia al hierro natural. El enriquecimiento de - carbono que nunca es superior al 1.5% genera como producto tubos:

- Blandos
- Medios
- Templados

Las tuberías de acero producidos por extrusión se pueden bañar con zinc fundido para proteger la superficie de la oxidación.

La cedula del acero es el espesor de la pared de acuerdo con el diámetro nominal del tubo cuanto más grande sea el valor del diámetro del tubo y la cedula también sea mayor. Mas espesor tendrá a pared.

DIAMETRO NOMINAL PULGADAS	DIAMETRO EXTERNO PULGADAS mm	CEDULA mm	
		40	80
1/2	0.84	2.77	3.73
	21.34	1.27	1.62
3/4	1.05	2.87	3.91
	26.67	1.68	2.19
1	1.315	3.38	4.55

tabla 31. Dimensiones tubería de acero.

Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

### 3.3.1 Tubería acero al carbón negro

#### 3.3.1.1 Usos y consideraciones normativas

##### INSTALACIONES INTERNAS

1. Redes internas domiciliarias
2. Usar accesorios soldados en sótanos y en empotramientos
3. Usar accesorios roscados en redes aéreas más fijaciones metálicas
4. Protección contra la corrosión con pintura epóxica o bituminosa
5. La cabeza prueba de hermética se debe hacer previamente antes de embeber camisa
6. y conectar instrumentos de red y equipos a gas.
7. Duración de la prueba hermética 15 min.
8. Evitar contacto con la humedad.
9. Uso de dieléctrico para evitar la cavitación por par galvánico en contacto con otros metales diferentes al de las tuberías.

<b>REFERENCIAS NORMATIVAS</b>	
<b>NTC-332</b>	<b>Tubería</b>
<b>NTC-2505</b>	<b>Instalaciones Domiciliarias</b>
<b>NTC-</b>	<b>2635 Sellantes</b>
<b>NTC-</b>	<b>3740 Válvulas</b>
<b>NTC-</b>	<b>3538 Válvulas</b>

tabla 32. Referencias normativas

Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002



<b>REFERENCIAS NORMATIVAS INTERNACIONALES AMERICAN ESTÁNDAR TESTING METHOD</b>	
<b>- ASTM y ANSI</b>	
<b>ANSI/ASME B 36.10</b>	<b>Tubería - estándares</b>
<b>ANSI B 16.3</b>	<b>Accesorios hierro maleable</b>
<b>ASTM A-47</b>	<b>Accesorios hierro maleable</b>
<b>ASTM A-53</b>	<b>Tubería</b>
<b>ASTM A-106</b>	<b>Tubería</b>

tabla 33. Referencias normativas internacionales american estándar testing method - astm y ansi  
Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

<b>CARACTERISTICAS TUBERIA NEGRA ACERO AL CARBON</b>		
<b>TAMAÑO NOMINAL</b>	<b>DIAMETRO EXTERIOR</b>	<b>CEDULA mm</b>
<b>PULGADAS</b>	<b>mm</b>	<b>40</b>
3/8	17.145	0.844690522
1/2	21.336	1.266440511
3/4	26.67	1.683130691
1	33.401	2.4986529
1-1/4	42.164	3.382631353
1-1/2	48.26	4.044871103
2	60.325	5.436318668
2-1/2	73.025	8.621022186
3	88.9	11.27444572
3-1/2	101.6	13.55582446
4	114.3	16.05745372

tabla 34. Características tubería negra acero al carbon  
Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

<b>ALCANCE MECANICO DE TRABAJO TUBOS NEGROS ACERO AL CARBON CEDULA 40</b>		
<b>USOS</b>	<b>GLP</b>	<b>GN</b>
<b>INSTALACION</b>	<b>INTERNA</b>	<b>INTERNA</b>
<b>MAX PRESION DE TRABAJO</b>	<b>MENOR O IGUAL A 140 MBR</b>	
<b>PRESION DE PRUEBA</b>	<b>1 BAR</b>	
<b>MAX TEMPERATURA DE TRABAJO</b>	<b>-29°C A 93°C</b>	
<b>DIAMETROS</b>	<b>DESDE 1/2" A 2"</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<b>RIGIDO CON O SIN COSTURA</b>	
<b>LONGITUD</b>	<b>6.1 M</b>	

tabla 35. Alcance mecanico de trabajo tubos negros acero al carbon cedula 40  
Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

### **3.3.2 Tubería acero Galvanizado al carbón**

#### **Usos y consideraciones normativas**

##### **INSTALACIONES INTERNAS**

1. Redes internas domiciliarias
2. Usar accesorios roscados en redes aéreas más fijaciones metálicas
3. Protección contra la corrosión con pintura epóxica o bituminosa
4. La cabeza prueba de hermética se debe hacer previamente antes de embeber camisa y conectar instrumentos de red y equipos a gas.
5. Duración de la prueba hermética 15 min.
6. Evitar contacto con la humedad.
7. Uso de dieléctrico para evitar la cavitación por par galvánico en contacto con otros metales diferentes al de las tuberías.

<b>REFERENCIAS NORMATIVAS</b>
<b>NTC-2505 INSTALACIONES PARA SUMINISTRO DE GAS COMBUSTIBLE DESTINADAS A USOS RESIDENCIALES Y COMERCIALES.</b>
<b>NTC-2249 TUBERÍA METÁLICA. TUBOS DE ACERO AL CARBONO CON O SIN COSTURA PARA USOS COMUNES, APTOS PARA SER ROSCADOS</b>
<b>NTC-3470 TUBOS DE ACERO SOLDADOS Y SIN COSTURA, NEGROS Y RECUBIERTOS DE CINC POR INMERSIÓN EN CALIENTE</b>
<b>NTC-2192 TUBERÍA METÁLICA. ROSCA PARA TUBOS EN DONDE EL SELLADO DE LA UNIÓN SE HACE EN LOS FILETES. VERIFICACIÓN POR MEDIO DE CALIBRES LÍMITE</b>
<b>NTC-3538 NTC 3538 - APARATOS MECANICOS. VALVULAS METALICAS PARA GAS ACCIONADAS MANUALMENTE PARA USO EN SISTEMAS DE TUBERIA CON PRESIONES MANOMETRICAS DE SERVICIO DESDE 6,8 KPA -1 PSI- HASTA 861 KPA -125 PSI-. TAMAÑOS DESDE 6,35 MM -1/4 PULGADAS-HASTA 50,8 MM -2 PULGADAS</b>
<b>NTC-2451 PINTURAS. IMPRIMANTES ANTICORROSIVOS RICOS EN ZINC.</b>
<b>NTC-3944 TUBERIA RIGIDA DE COBRE SIN COSTURA. TAMAÑOS NORMALIZADOS.</b>

tabla 36. Referencias normativas

Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

<b>CARACTERISTICAS TUBERIA NEGRA ACERO AL CARBON</b>		
<b>TAMAÑO NOMINAL</b>	<b>DIAMETRO EXTERIOR</b>	<b>CEDULA mm</b>
<b>PULGADAS</b>	<b>mm</b>	<b>40</b>
<b>3/8</b>	<b>17.145</b>	<b>0.844690522</b>
<b>1/2</b>	<b>21.336</b>	<b>1.266440511</b>
<b>3/4</b>	<b>26.67</b>	<b>1.683130691</b>
<b>1</b>	<b>33.401</b>	<b>2.4986529</b>
<b>1-1/4</b>	<b>42.164</b>	<b>3.382631353</b>
<b>1-1/2</b>	<b>48.26</b>	<b>4.044871103</b>
<b>2</b>	<b>60.325</b>	<b>5.436318668</b>
<b>2-1/2</b>	<b>73.025</b>	<b>8.621022186</b>
<b>3</b>	<b>88.9</b>	<b>11.27444572</b>
<b>3-1/2</b>	<b>101.6</b>	<b>13.55582446</b>
<b>4</b>	<b>114.3</b>	<b>16.05745372</b>

tabla 37. Características tubería negra acero al carbón  
Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

<b>ALCANCE MECANICO DE TRABAJO TUBOS NEGROS ACERO AL CARBON CEDULA 40</b>		
<b>USOS</b>	<b>GLP</b>	<b>GN</b>
<b>INSTALACION</b>	<b>INTERNA</b>	<b>INTERNA</b>
<b>MAX PRESION DE TRABAJO</b>	<b>MENOR O IGUAL A 140 MBR</b>	
<b>PRESION DE PRUEBA</b>	<b>1 BAR</b>	
<b>MAX TEMPERATURA DE TRABAJO</b>	<b>-29°C A 93°C</b>	
<b>DIAMETROS</b>	<b>DESDE 1/2" A 2"</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<b>RIGIDO CON O SIN COSTURA</b>	
<b>LONGITUD</b>	<b>6.1 M</b>	

tabla 38. Alcance mecanico de trabajo tubos negros acero al carbon cedula 40  
Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

### 3.3.2 Tubería acero Galvanizado al carbón

#### Usos y consideraciones normativas

#### INSTALACIONES EXTERNAS

1. Redes internas domiciliarias
2. Usar accesorios roscados en redes aéreas más fijaciones metálicas
3. Protección contra la corrosión con pintura epóxica o bituminosa
4. La cabeza prueba de hermética se debe hacer previamente antes de embeber camisa y conectar instrumentos de red y equipos a gas.
5. Duración de la prueba hermética 60 min.
6. Evitar contacto con la humedad.

7. Uso de dieléctrico para evitar la cavitación por par galvánico en contacto con otros metales diferentes al de las tuberías.

<b>REFERENCIAS NORMATIVAS</b>
<b>NTC-2505 INSTALACIONES PARA SUMINISTRO DE GAS COMBUSTIBLE DESTINADAS A USOS RESIDENCIALES Y COMERCIALES.</b>
<b>NTC-2249 TUBERÍA METÁLICA. TUBOS DE ACERO AL CARBONO CON O SIN COSTURA PARA USOS COMUNES, APTOS PARA SER ROSCADOS</b>
<b>NTC-3470 TUBOS DE ACERO SOLDADOS Y SIN COSTURA, NEGROS Y RECUBIERTOS DE CINC POR INMERSIÓN EN CALIENTE</b>
<b>NTC-2192 TUBERÍA METÁLICA. ROSCA PARA TUBOS EN DONDE EL SELLADO DE LA UNIÓN SE HACE EN LOS FILETES. VERIFICACIÓN POR MEDIO DE CALIBRES LÍMITE</b>
<b>NTC-3538 APARATOS MECANICOS. VALVULAS METALICAS PARA GAS ACCIONADAS MANUALMENTE PARA USO EN SISTEMAS DE TUBERIA CON PRESIONES MANOMETRICAS DE SERVICIO DESDE 6,8 KPA -1 PSI- HASTA 861 KPA -125 PSI-. TAMAÑOS DESDE 6,35 MM -1/4 PULGADAS-HASTA 50,8 MM -2 PULGADAS</b>
<b>NTC-2451 PINTURAS. IMPRIMANTES ANTICORROSIVOS RICOS EN ZINC.</b>
<b>NTC-3944 TUBERIA RIGIDA DE COBRE SIN COSTURA. TAMAÑOS NORMALIZADOS.</b>

tabla 39. Referencias normativas

Fuente convenio SENA- aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

<b>CARACTERISTICAS TUBERIA NEGRA ACERO AL CARBON</b>		
<b>TAMAÑO NOMINAL</b>	<b>DIAMETRO EXTERIOR</b>	<b>CEDULA mm</b>
<b>PULGADAS</b>	<b>mm</b>	<b>40</b>
3/8	17.145	0.844690522
1/2	21.336	1.266440511
3/4	26.67	1.683130691
1	33.401	2.4986529
1-1/4	42.164	3.382631353
1-1/2	48.26	4.044871103
2	60.325	5.436318668
2-1/2	73.025	8.621022186
3	88.9	11.27444572
3-1/2	101.6	13.55582446
4	114.3	16.05745372

tabla 40. Características tubería negra acero al carbón  
Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002



<b>ALCANCE MECANICO DE TRABAJO TUBOS NEGROS ACERO AL CARBON</b>		
<b>CEDULA 40</b>		
<b>USOS</b>	<b>GLP</b>	<b>GN</b>
<b>INSTALACION</b>	<b>EXTERNA</b>	<b>EXTERNA</b>
<b>MAX PRESION DE TRABAJO</b>	<b>MENOR O IGUAL A 340 MBR</b>	
<b>PRESION DE PRUEBA</b>	<b>2 BAR</b>	
<b>MAX TEMPERATURA DE TRABAJO</b>	<b>-29°C A 93°C</b>	
<b>DIAMETROS</b>	<b>DESDE 1/2" A 2"</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<b>RIGIDO CON O SIN COSTURA</b>	
<b>LONGITUD</b>	<b>6.1 M</b>	

tabla 41. Alcance mecanico de trabajo tubos negros acero al carbon Cedula 40  
Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

### 3.3.4 Tubería en Aluminio

#### INSTALACIONES INTERNAS

La tubería de aluminio ofrece ventajas sobre otros tipos de material ya que por ser un material altamente reciclado su costo es menor, por su menor peso disminuye costos estructurales, es ideal para redes cortas,

#### Usos y consideraciones normativas

1. Redes internas domiciliarias deben cumplir normas: ASTM B 241-95 y ASTM 345-95.  
mas recubrimiento con cromalum
2. Se puede instalar en redes embebidas con encamisado o aéreas con sujeción metálica  
mas pintura epóxica amarilla.

3. La cabeza prueba de hermética se debe hacer previamente antes de embeber camisa y conectar instrumentos de red y equipos a gas.
4. La duración de la prueba de hermeticidad debe ser de 15 min.
5. Evitar la humedad
6. Resiste vapores de sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S), ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) y amoniaco (NH<sub>4</sub>).
7. Protección contra la corrosión con pintura epóxica o bituminosa
8. Uso de dieléctrico para evitar la cavitación por par galvánico en contacto con otros metales diferentes al de las tuberías.
9. Evite su uso en cuartos de baños (sin encamisado) o áreas en la cual puede estar en contacto con compuestos amoniacaes o aguas residuales.
10. no es recomendado para instalaciones subterráneas.

<b>CARACTERISTICAS TUBERIA DE ALUMINIO CEDULA 40 CON CROMALUM</b>			
<b>CUMPLE NORMA AA SERIES 6000</b>			
<b>TAMAÑO NOMINAL</b>	<b>DIAMETRO EXTERNO</b>	<b>DIAMETRO INTERNO</b>	<b>ESPEJOR de pared</b>
<b>pulgadas</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>
<b>1/2</b>	<b>21.3</b>	<b>15.76</b>	<b>2.77</b>
<b>3/4</b>	<b>26.7</b>	<b>20.93</b>	<b>2.87</b>
<b>1</b>	<b>33.4</b>	<b>26.64</b>	<b>3.38</b>
<b>1 1/4</b>	<b>42.2</b>	<b>35.08</b>	<b>3.56</b>
<b>1 1/2</b>	<b>48.3</b>	<b>40.94</b>	<b>3.68</b>
<b>2</b>	<b>60.3</b>	<b>52.48</b>	<b>3.91</b>
<b>2 1/2</b>	<b>73</b>	<b>62.68</b>	<b>5.16</b>
<b>3</b>	<b>88.9</b>	<b>77.92</b>	<b>5.49</b>
<b>4</b>	<b>114.3</b>	<b>102.26</b>	<b>6.02</b>
<b>5</b>	<b>141.3</b>	<b>128.2</b>	<b>6.55</b>
<b>6</b>	<b>168.3</b>	<b>154.08</b>	<b>7.11</b>

tabla 42. Características tubería de aluminio cedula 40 con cromalum Cumple norma aa series 6000  
Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

<b>REFERENCIAS NORMATIVAS NTC</b>
<b>NTC-332 Roscas NPT para tuberías</b>
<b>NTC-2505 Instalaciones Domiciliarias</b>
<b>NTC-3538 Válvula operación menor 125 psig</b>
<b>NTC-3740 Válvulas con operación inferior a 1psig</b>

tabla 43. Referencias normativas ntc  
Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

REFERENCIAS NORMATIVAS ASTM
ASTM B-345-95 Tubería Aluminio
ASTM B-241-95 Tubería rígida y flexible de aluminio
ASTM B-211-95 Accesorios tubería aluminio

tabla 44. Referencias normativas ASTM  
Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

ALCANCE MECANICO DE TRABAJO		
TUBOS EN ALUMINIO CON CROMALUM CEDULA 40		
USOS	GLP	GN
INSTALACION	INTERNA	INTERNA
MAXPRESION DE TRABAJO	MENOR O IGUAL A 140 MBR	
PRESION DE PRUEBA	1 BAR	
MAXTEMPERATURA DE TRABAJO	-1°C A 93°C	
DIAMETROS	DESDE 1/2" A 3/4"	
DESCRIPCION	RIGIDO CON O SIN COSTURA	
LONGITUD	6.1 M	

tabla 45. Alcance mecanico de trabajo Tubos en aluminio con cromalum cedula 40  
Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

### **3.3.5 Tubería en Acero CSST**

#### **Instalaciones internas y externas**

la tubería en acero CSST ( corrugated stainless Steel tubing) es un material hecho con acero al carbón el tubo en su longitud tiene anillos corrugados que le permiten conservar de manera constante el diámetro de servicio. Por su versatilidad para la construcción de redes en paralelo solo requiere de dos accesorios en los extremos de conexión al servicio de gas y al equipo a gas, para redes en serie dispone de accesorios derivadores de gas.

La presentación del material consiste en el tubing corrugado más una capa de polietileno, también se encuentra tubing con capa de polietileno más capa de malla y capa final de polietileno, para mayor seguridad de trabajo.

#### **Usos y consideraciones normativas**

1. Redes internas domiciliarias deben cumplir normas: ASTM A240 tipo 304 y 321.
2. Se debe instalar en redes embebidas con encamisado o aéreas con sujeción metálica.
3. La cabeza prueba de hermética se debe hacer previamente antes de embeber camisa y conectar instrumentos de red y equipos a gas.
4. La duración de la prueba de hermeticidad debe ser de 15 min. Para redes internas y 60 min. Para redes externas.
5. Uso de dieléctrico para evitar par galvánico en contacto con otros metales diferentes al de las tuberías.

<b>TUBERIA DE ACERO INOXIDABLE CSST CORRUGATED STAINLESSSTEEL TUBING</b>			
<b>DIAMETRO NOMINAL</b>	<b>DIAMETRO INTERNO</b>	<b>ESPEJOR DE LA PARED</b>	<b>DIAMETRO EXTERNO</b>
3/8	11.5	0.2	16.8
1/2	15	0.225	21
3/4	20	0.25	27.6
1	25	0.25	33.5
1 1/4	32	0.25	41.5
1 1/2	40	0.3	54.3
2	53.8	0.3	68

tabla 46. Tubería de acero inoxidable csst corrugated stainless steel tubing  
Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

<b>REFERENCIAS NORMATIVAS NTC</b>
<b>NTC-332 Roscas NPT para tuberías</b>
<b>NTC-2505 Instalaciones Domiciliarias</b>
<b>NTC-3538 Válvula operación menor 125 psig</b>
<b>NTC-3740 Válvulas con operación inferior a 1psig</b>
<b>NTC - 2635 SELLANTES</b>

tabla 47. Referencias normativas ntc  
Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

<b>REFERENCIAS NORMATIVAS ASTM y ANSI</b>
<b>CA 360 Accesorios de bronce</b>
<b>ASTM A240, tipo 304, Tubería acero inoxidable.</b>

tabla 48. Referencias normativas ASTM y ANSI

Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

<b>ALCANCE MECANICO DE TRABAJO DE ACERO INOXIDABLE CSST</b>		
<b>CORRUGATED STAINLESS STEEL TUBING</b>		
<b>USOS</b>	<b>GLP</b>	<b>GN</b>
<b>INSTALACION</b>	<b>INT. Y EXT</b>	<b>INT. y EXT.</b>
<b>MAX PRESION DE TRABAJO</b>	<b>MENOR O IGUAL A 330 MBR</b>	
<b>PRESION DE PRUEBA</b>	<b>3.33 BAR</b>	
<b>MAX TEMPERATURA DE TRABAJO</b>	<b>-40°C A 96°C</b>	
<b>DIAMETROS</b>	<b>DESDE 1/2" A 3/4"</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<b>RIGIDO CON O SIN COSTURA</b>	
<b>LONGITUD</b>	<b>6.1 M</b>	

tabla 49. Alcance mecanico de trabajo de acero inoxidable csst (Corrugated stainless steel tubing)

Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

### 3.3.6. Tubería pe-al - pe

La tubería de aluminio evoluciono a una forma más práctica de manejar pasando de ser una tubería de una capa a una tubería tricapa donde está compuesta por polietileno- aluminio- polietileno.

La tubería de aluminio pe-al-pe ofrece grandes ventajas para el diseño y para la instalación, por su enorme versatilidad constructiva.

Permite redes en paralelo y en serie con gran rendimiento de caudal de suministro.

El sistema pe al pe tienen dimensiones propias y accesorios propios para la instalación de redes a gas.

### **Usos y consideraciones normativas**

#### **INSTALACIONES INTERNAS**

1. Redes internas domiciliarias
2. Usar accesorios roscados en redes aéreas más fijaciones metálicas
3. La cabeza prueba de hermética se debe hacer previamente antes de embeber camisa y conectar instrumentos de red y equipos a gas.
4. Duración de la prueba hermética 15 min.
5. Debe ir encamisada y aislada de zonas de tráfico pesado que puedan estrechar el diámetro de servicio.



<b>TUBERIA TRICAPA POLIETILENO ALUMINIO POLIETILENO</b>						
<b>DIAMETRO NOMINAL</b>	<b>REFERENCIA</b>	<b>DIAMETRO EXTERNO</b>	<b>DIAMETRO INTERNO</b>	<b>ESPESOR</b>	<b>RADIO CURVA MINIMA</b>	<b>MAX PRESION TRABAJO</b>
1/2	1216	16	12	2	80	150
3/4	1620	20	16	2	100	150
1	2026	26	20	3	125	150
1 1/4	2632	32	26	3	160	150

tabla 50. Tubería tricapa polietileno aluminio polietileno  
Fuente convenio SENA-aene consultoría Documento No. ANC-0295-T-05-002

### **3.4 Elementos para cambio de giro o derivación de fluidos**

En el diseño de redes a gas los accesorios cumplen funciones que permiten suministrar combustible, cada uno de ellos debe permitir unir tubería, cambio de dirección de tubería, derivación de tubería, reducción de tubería y controlar el flujo dentro de las tuberías.

Los accesorios usados deben cumplir la normatividad en cuanto al material, a las dimensiones y al ajuste mecánico que permite la continuidad de la tubería y la estanqueidad.

### **3.4.1 Accesorios para la unión de tubería**

#### **3.4.1.1 Uniones**

Unión lisa cobre soldar ambos extremos



[http://navymur.es/2352-thickbox\\_default/manguito-union-cobre-h-h.jpg](http://navymur.es/2352-thickbox_default/manguito-union-cobre-h-h.jpg)

Unión recta acero galvanizado roscar ambos extremos



[http://sodimac.scene7.com/is/image/SodimacPeru/278092?\\$producto495&iv=p0frM3&wid=1485&hei=1485&fit=fit,1](http://sodimac.scene7.com/is/image/SodimacPeru/278092?$producto495&iv=p0frM3&wid=1485&hei=1485&fit=fit,1)

#### **RACOR UNION HEMBRA BRONCE ROSCAR AMBOS LADOS**



<http://www.tiendahidraulica.com/en/acoples-bronce-/563-racor-b103-union-hembra-hembra-n-08.html>

### **RACOR UNION MACHO BRONCE ROSCAR AMBOS LADOS**



<http://tienda-nautica-almeria.com/image/cache/catalog/fni/18.18150-500x500.jpg>

## **UNION ABOCINADA MACHO BRONCE ROSCAR AMBOS LADOS**



[https://static.grainger.com/rp/s/is/image/Grainger/1VDU1AS01?\\$mdmain\\$](https://static.grainger.com/rp/s/is/image/Grainger/1VDU1AS01?$mdmain$)

## **UNION PE AL PE**



[http://www.tiendahidraulica.com/13694-thickbox\\_default/union-pe-al-pe-1-2-x-1-2-npt-macho.jpg](http://www.tiendahidraulica.com/13694-thickbox_default/union-pe-al-pe-1-2-x-1-2-npt-macho.jpg)

## **CODOS**

### **CODO SOLDAR SOLDAR**



<http://www.etfcatalogo.com/images/productos/codos-de-cobre.jpg>

### **CODO SOLDAR ROSCAR HEMBRA**



<http://www.gallegohermanos.com/prestashop/img/p/3056-3037-home.jpg>

## **CODO SOLDAR ROSCAR MACHO**



[http://www.latiendafontaneria.com/media/catalog/product/cache/1/small\\_image/300x300/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/c/o/codo\\_macho\\_bronce\\_1\\_4.jpg](http://www.latiendafontaneria.com/media/catalog/product/cache/1/small_image/300x300/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/c/o/codo_macho_bronce_1_4.jpg)

## **CODO ROSCAR ROSCAR HEMBRA**



[http://www.leroymerlin.es/img/r25/50/5006/500606/13123831/13123831\\_z1.jpg](http://www.leroymerlin.es/img/r25/50/5006/500606/13123831/13123831_z1.jpg)

## CODO SOLDAR SOLDAR 45



<http://www.gallegohermanos.com/prestashop/img/p/3021-3002-large.jpg>



<http://2a33bac5d73c8f56fc53-0b086369f3430e616156762bdbd428e5.r73.cf1.rackcdn.com/productos/346525/346525-d.jpg>



<http://hermanoscasas.es/tienda/90-120-thickbox/codo-de-90-machohembra-hierro-galvanizado.jpg>



<http://2a33bac5d73c8f56fc53-0b086369f3430e616156762bdbd428e5.r73.cf1.rackcdn.com/productos/346470/346470-z.jpg>



<http://plofesa.com/image/cache/data/Plomer%C3%ADa/Galvanizados/183305-Codo-calle-galvanizado-850x1300.png>





[http://almacenesiberia.es/6876-tm\\_thickbox\\_default/codo-90-laton-25mm-p-tubo-pe-almacenes-iberia.jpg](http://almacenesiberia.es/6876-tm_thickbox_default/codo-90-laton-25mm-p-tubo-pe-almacenes-iberia.jpg)



[http://www.arkigrafico.com/wp-content/uploads/2014/06/14408045173\\_ee38502ae0.jpg](http://www.arkigrafico.com/wp-content/uploads/2014/06/14408045173_ee38502ae0.jpg)

## **CONECTORES ABOCINADOS**



<http://cdn.palbin.com/users/9510/images/41FS-1402764631.jpg.thumb>



<http://www.rmmcia.es/productos/racores-compresion-para-tubo-de-cobre/racor-recto-hembra>



<https://sc01.alicdn.com/kf/HTB1xY.FHpXXXXcHXXXXq6xXFXXXT/1-2-DN15-EN15266-UNIROLL-liable-corrugated.jpg>



[http://www.mtspain.net/images/products/thumb\\_99110.jpg](http://www.mtspain.net/images/products/thumb_99110.jpg)

## TEES



[http://i.ebayimg.com/00/s/ODAwWDgwMA==/z/05oAAOSwstxU9biR/\\$\\_35.JPG](http://i.ebayimg.com/00/s/ODAwWDgwMA==/z/05oAAOSwstxU9biR/$_35.JPG)



<http://g01.a.alicdn.com/kf/HTB1jxzeIFXXXbjXpXXq6xXFXXL/LOT-2-font-b-Tee-b-font-3-Way-Brass-Pipe-font-b-fitting-b-font.jpg>



<https://www.foset.com.mx/img/productos/47414.png>



<https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1qzIHFXXXbSXXXq6xXFXXa/Male-font-b-Tee-b-font-3-ways-1-8-font-b-BRASS-b-font-font.jpg>



[http://www.aleamex.com.mx/image/conexgas/tee\\_union.JPG](http://www.aleamex.com.mx/image/conexgas/tee_union.JPG)



<http://www.ebay.com/itm/Reduce-Tee-Brass-1X1X3-4-Anderson-Metal-Corp-Brass-Pipe-Reducing-Tees/391622913244? trksid=p2047675.c100011.m1850& trkparms=aid%3D222007%26algo%3DSIC.MBE%26ao%3D1%26asc%3D38530%26meid%3D17173f991e0d43d48ab8fae65331d934%26pid%3D100011%26rk%3D3%26rkt%3D3%26sd%3D351583866126>



[http://www.multicomercio.com.ec/images/productos/hierro/tee\\_galvanizada.jpg](http://www.multicomercio.com.ec/images/productos/hierro/tee_galvanizada.jpg)



[http://www.tiendahidraulica.com/13691-thickbox\\_default/codo-pe-al-pe-1-2-x-pe-al-pe-1-2.jpg](http://www.tiendahidraulica.com/13691-thickbox_default/codo-pe-al-pe-1-2-x-pe-al-pe-1-2.jpg)

REDUCCIN DE FLUJO.



[http://cartego.com.mx/media/catalog/product/cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/1/\\_/1\\_12\\_37.jpg](http://cartego.com.mx/media/catalog/product/cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/1/_/1_12_37.jpg)



[http://deriego.com/img/p/2/7/3/8/2738-home\\_default.jpg](http://deriego.com/img/p/2/7/3/8/2738-home_default.jpg)



[http://www.mtspain.net/images/products/thumb\\_245-machan-reduccion-m-m.jpg](http://www.mtspain.net/images/products/thumb_245-machan-reduccion-m-m.jpg)

### **3.5 Elementos Para El Control De Fluidos**

Las válvulas se utilizan para el control de flujos gaseosos, elementalmente el servicio de combustible debe tener un comportamiento permanente que permita que el equipo que funciona con gas desarrolle todo su potencial energético, otro tipo de válvulas para control instrumental de los equipos a gas se desarrollan dentro de cada uno de los equipos Gasodomesticos y gasoindustriales. En este orden de ideas las válvulas para redes a gas deben permitir el flujo constante y debe ser de rápida respuesta en casos de emergencia. Las normas nacionales NTC 1908, NTC 3740, NTC 3538 establece los alcances mecánicos de este tipo de elementos.

### 3.5.1 Válvulas De Accionamiento Manual

válvula de paso directo hembra



[http://img.directindustry.es/images\\_di/photo-g/16791-2469247.jpg](http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/16791-2469247.jpg)



[http://img.directindustry.es/images\\_di/photo-g/27169-2594275.jpg](http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/27169-2594275.jpg)



[http://img.directindustry.es/images\\_di/photo-g/15899-3198591.jpg](http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/15899-3198591.jpg)



<http://img.directindustry.es/images/di/photo-g/15899-3198591.jpg>



<http://www.directindustry.es/prod/riels-instruments/product-70609-1636714.html>

### **3.6 Elementos De Fijación**

Para el transporte de fluidos gaseosos en las edificaciones es necesario el anclaje de elementos que permitan conservar la estructura de la red de tuberías y accesorios.

La función principal de los anclajes es evitar que la tubería sufra flexión y desprendimiento de la estructura constructiva que la contiene.

La fijación de la tubería se debe hacer en los arranques y en las llegadas de la red, en los tramos curvos a la entrada y la salida de la curva y en los tramos rectos dependiente de su diámetro y material debemos tomar los valores de la tabla xxx

Es necesario fijar válvulas y accesorios de cambio de dirección

La red aérea que se sitúen cercanas a placas, techos, cielos rasos, y otros tubos deben tener separación al elemento mencionado de 15 mm para diámetro menores a .75 pul. y para diámetros mayores la separación debe ser igual al tubo.

En todo caso se debe evitar la fricción entre elementos de fijación y la red y entre tubería de la red.

No se permiten soporte fabricados de manera artesanal



SEPARACION ENTRE ELEMENTOS DE FIJACION TRAMOS RECTOS

TUBERIA	DIAMETRO NOMINAL	SEPARACION MAXIMA m	
	mm	horizontal	vertical
cobre rígido	12.7	1	1.5
	19.05	1.5	2
	25.4	1.5	2
acero rígido	12.7	1.5	2
	19.05	2	3
	25.4	2	3
	31.75	2.5	3
	>31.75	3	4
cobre y aluminio flexible	9.53	1	3
	12.7	1	3
	19.05	1	3
	25.4	1.5	3
	>25.4	1.5	3
acero corrugado y pealpe	9.53	1.2	3
	12.7	1.8	3
	19.05	2.5	3
	25.4	2.5	3

tabla 51. Separacion entre elementos de fijacion tramos rectos

## ELEMENTOS DE SUJECIÓN DE SOPORTES A MUROS DE CONCRETO



<http://www.igol.com.co/wp-content/uploads/2015/04/GRAPA-1-oreja2.jpg>



<http://csimg.mercamania.es/srv/ES/0000747121616/T/340x340/C/FFFFFF/url/abrazadera-mastil-para.jpg>



<http://induma.com.co/wp-content/uploads/2013/05/Grapa-para-tuberia-doble.jpg>



[http://www.electroindustrialjm.com/archivos/fotos/ffa5a5\\_a1.jpg](http://www.electroindustrialjm.com/archivos/fotos/ffa5a5_a1.jpg)



[https://www.poolaria.com/779-thickbox\\_default/pinza-abierta-abrazadera-para-tubo.jpg](https://www.poolaria.com/779-thickbox_default/pinza-abierta-abrazadera-para-tubo.jpg)



<http://www.teknomega.es/division-sistemas-fijacion/sistemas-fijacion-o-strut/abrazaderas-acero-galvanizado-o-strut/quijadas->



<http://www.expower.es/imagenes/soportes-perforados-unikon180/soportes-perforados-unikon180.jpg>



<http://img.directindustry.es/images/di/photo-g/65073-2268697.jpg>



<http://www.comptelg.com/html/gallery/soportePuente.jpg>



<http://www.herrajesmanolo.com.ar/upload/104.36.5.jpg>



<http://www.jpfamet.com.pe/wp-content/uploads/2016/10/Mensula-doblada.jpg>

## PASAMUROS



[http://pbdocs.astralpool.com/fotos/FOT00\\_15658\\_v01.jpg](http://pbdocs.astralpool.com/fotos/FOT00_15658_v01.jpg)

## Capítulo 4

### 4.1 . Herramienta Y Equipos Utilizados Para La Instalación De Redes A Gas

#### 4.1.1. herramienta manual.

Las herramientas y equipos utilizados para la ejecución de construcción de redes a gas representan un gasto que se debe tener en cuenta para la proyección de propuestas en el momento establecer los análisis de precios unitarios.

La herramienta se clasifica en herramienta de mano, herramienta electrónica, Herramienta electro manual y equipos.

La herramienta menor es sencillamente herramienta de mano usada comúnmente en albañilería.



[http://3.bp.blogspot.com/\\_vM1K0jSHWnQ/TPK8ljXuoEI/AAAAAAAAAAM/Bme7YXYFBkA/s1600/3.jpg](http://3.bp.blogspot.com/_vM1K0jSHWnQ/TPK8ljXuoEI/AAAAAAAAAAM/Bme7YXYFBkA/s1600/3.jpg)

Herramienta Para Tubería



## Abocinador



[http://tiendaridgid.com/1203-tm\\_thickbox\\_default/abocinador-de-trinquete.jpg](http://tiendaridgid.com/1203-tm_thickbox_default/abocinador-de-trinquete.jpg)

## Dobla tubo de resorte



<http://ws.iusa.com.mx/imagenes/Catalogo/Herramientas/Catalogo/616504.jpg>



## Cortatubo

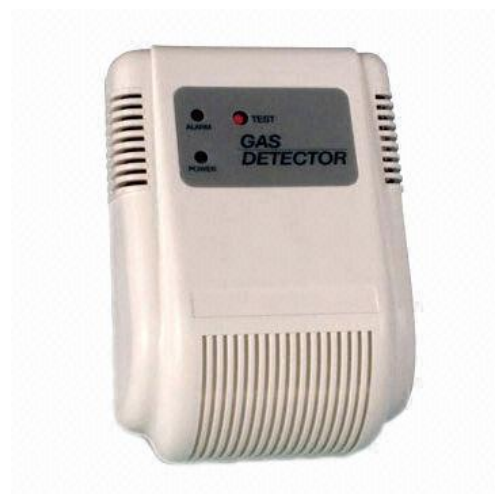


<https://cdn2.ridgid.com/resources/media?key=3e3f76cd-2895-4128-9b11-376dc4a1c0ca&languageCode=es&countryCode=US&type=image>

## 4.1.2. herramienta electrónica

### Detector de gas.

Permite detectar presencia de monóxido de carbono y gases combustibles.



<http://p.globalsources.com/IMAGES/PDT/BIG/498/B1009699498.jpg>

## Odómetro



<http://img.directindustry.es/images/di/photo-g/14712-2379313.jpg>

## Detector de metales

Herramienta electrónica muy útil en la actualidad se usa para la detección de otras instalaciones y metales escondido en estructuras de concreto



[https://http2.mlstatic.com/bosch-gms-120-detector-materiales-cable-pvc-metal-tuberias-D\\_NQ\\_NP\\_978201-MCO20303506510\\_052015-F.jpg](https://http2.mlstatic.com/bosch-gms-120-detector-materiales-cable-pvc-metal-tuberias-D_NQ_NP_978201-MCO20303506510_052015-F.jpg)



[http://www.construnario.com/notiweb/noticias\\_imagenes/27000/27715.jpg](http://www.construnario.com/notiweb/noticias_imagenes/27000/27715.jpg)

#### **4.1.3. Herramienta Electro manual**

La herramienta electro manual es la evolución de las herramientas sencillas a herramientas que facilitan el rendimiento del trabajo

## Herramienta rotacional



Los equipos usados en la construcción de redes son dispositivos par purgas en la red, medición de estanqueidad, y medición de presión en la tubería.

## Compresor de aire



<http://accesorios-carpinteria.com/21113/compresor-bicilindrico-con-cabezal-en-fundicion-3-hp-y-deposito-de-100-l.jpg>

Tarraja eléctrica



[https://http2.mlstatic.com/S\\_937901-MLM20443850878\\_102015-0.jpg](https://http2.mlstatic.com/S_937901-MLM20443850878_102015-0.jpg)

Refrentador de tubería



<http://img.directindustry.es/images/di/photo-g/8487-2497437.jpg>

Tarrajadora eléctrica



<http://img.directindustry.es/images/di/photo-g/8399-9400399.jpg>

#### 4.1.4. Equipos de consumo a gas

Gasodomesticos





<http://images.paginasamarillas.com/1677740/11/animation/3.jpg>



[http://media.cylex.com.co/companies/1112/5964/images/GASODOMESTICOS\\_277220\\_large.jpg](http://media.cylex.com.co/companies/1112/5964/images/GASODOMESTICOS_277220_large.jpg)

**equipos a gas**



[https://images01.olx-st.com/ui/52/90/30/70/o\\_1471927612\\_bb0584fc9f40dee151005f1a38757b4f.jpg](https://images01.olx-st.com/ui/52/90/30/70/o_1471927612_bb0584fc9f40dee151005f1a38757b4f.jpg)



[http://www.ofertas-calderas-gas-estancas-condensacion-madrid-barcelona.com/media/products/caldera\\_gas\\_viessmann\\_estanca\\_mixta\\_vitopend\\_100w.jpg](http://www.ofertas-calderas-gas-estancas-condensacion-madrid-barcelona.com/media/products/caldera_gas_viessmann_estanca_mixta_vitopend_100w.jpg)



<http://www.castillagas.com/img/articles/calefaccion-industrial-1.jpg>





[http://www.absorsistem.com/sites/default/files/imce/Gitie\\_ACAAY.jpg](http://www.absorsistem.com/sites/default/files/imce/Gitie_ACAAY.jpg)



[http://1.bp.blogspot.com/-U84beMao6Z4/Tq2p4-V5wPI/AAAAAAAAAF1U/dQXiW2\\_Y4S0/s1600/DIBUJO.jpg](http://1.bp.blogspot.com/-U84beMao6Z4/Tq2p4-V5wPI/AAAAAAAAAF1U/dQXiW2_Y4S0/s1600/DIBUJO.jpg)



<http://www.industriasdiaz.com/wp-content/uploads/2016/03/hornos-a-gas-cocinas-industriales.jpg>

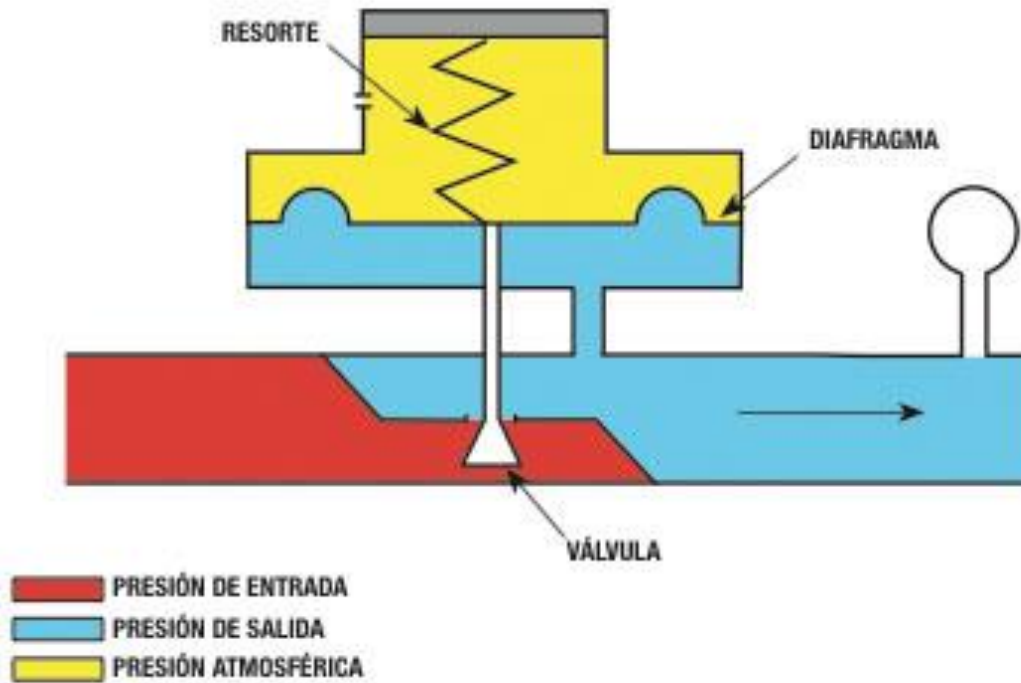
#### **4.1.5 . Características de los equipos de regulación y medición de gas**

la naturaleza del gas y su poder calorífico son aspectos importantes de este recurso energético, cuando se presta servicio de gas se debe tener en cuenta que las variables que intervienen para el apropiado funcionamiento tienen que ver mucho con el equipo al cual se suministra el energético.

La regulación del gas la proporcionan elementos de protección mecánica que regulan la presión del gas sobre el equipo a gas, de esta manera el regulador permite un servicio de flujo constante a presión constante y a velocidad y temperatura variable.

### 4.1.5.1 Tipos de reguladores

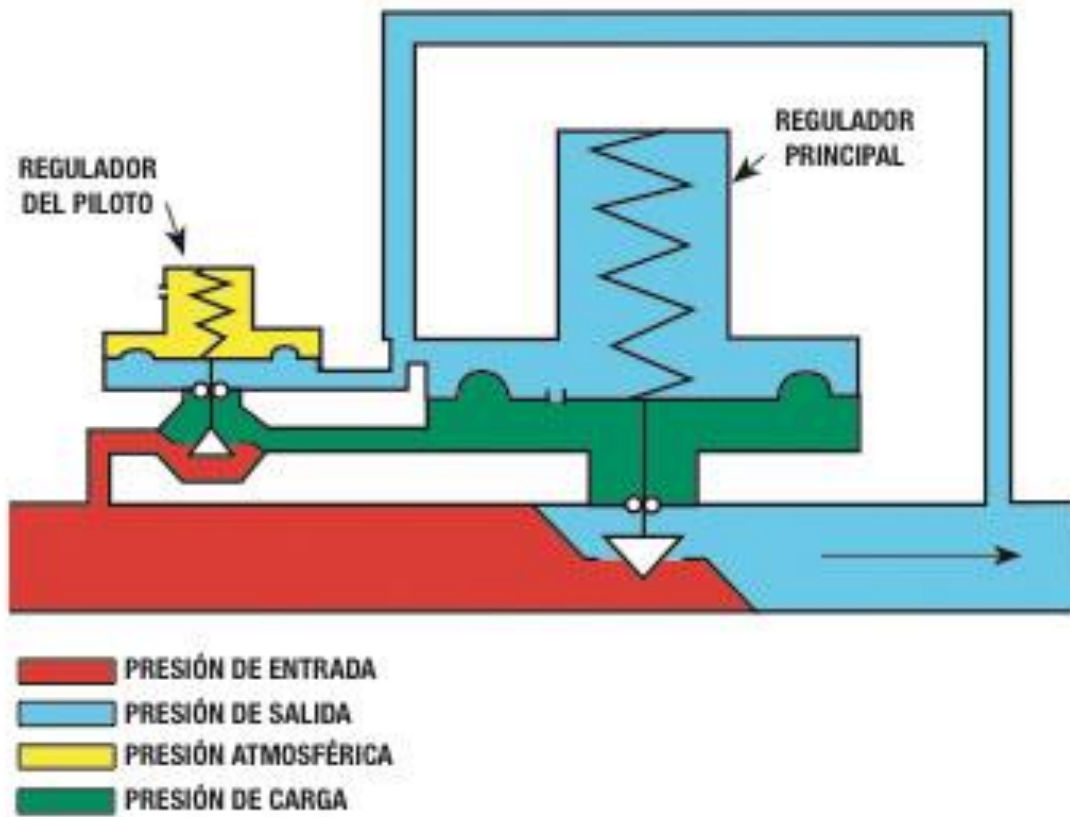
Reguladores de acción directa



*Figura 1. Reguladores de acción directa*

[https://dominionindustrial.files.wordpress.com/2014/10/f\\_1.jpg](https://dominionindustrial.files.wordpress.com/2014/10/f_1.jpg)

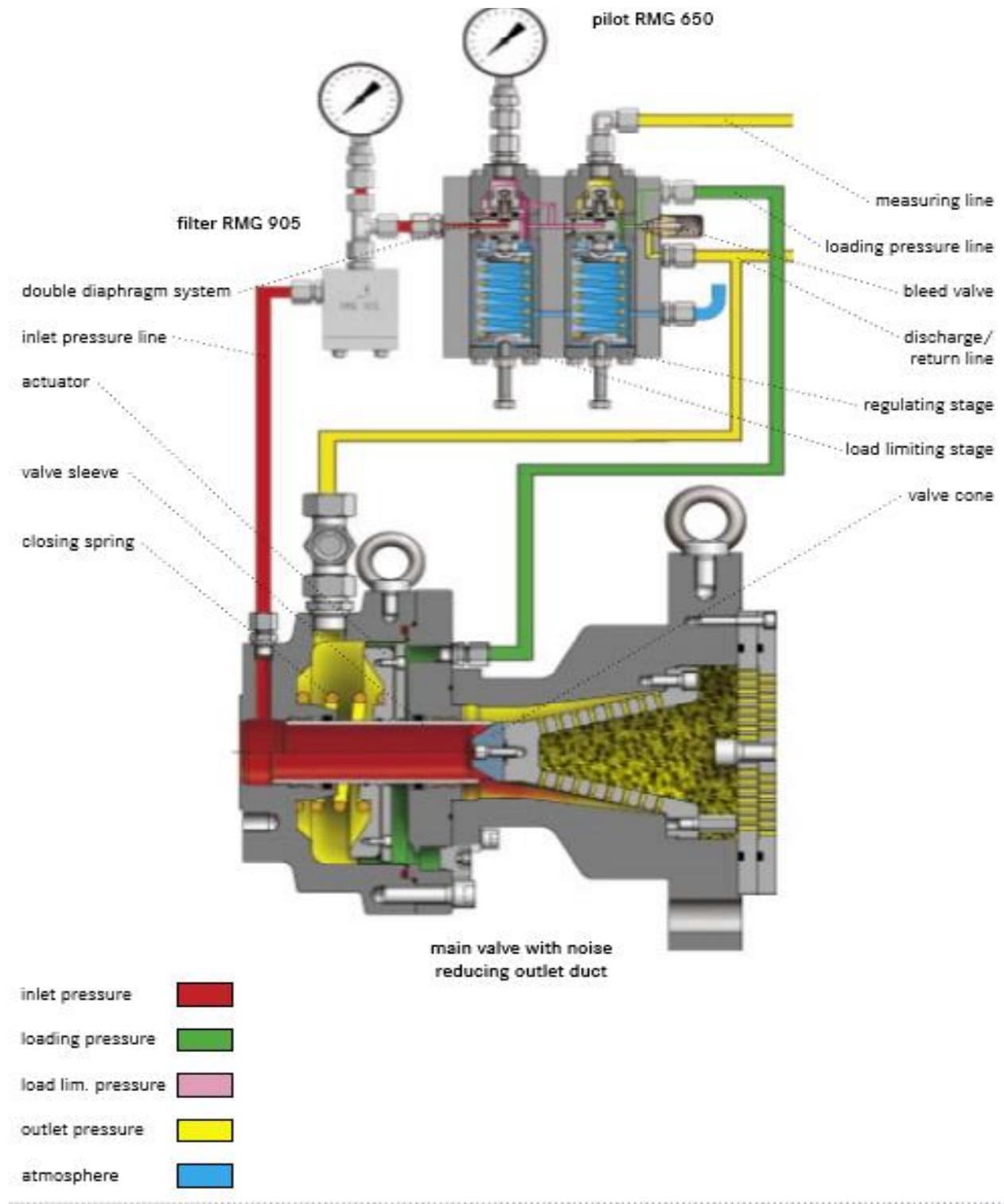
## Reguladores de acción pilotada



*Figura 2. Regulador pilotado*

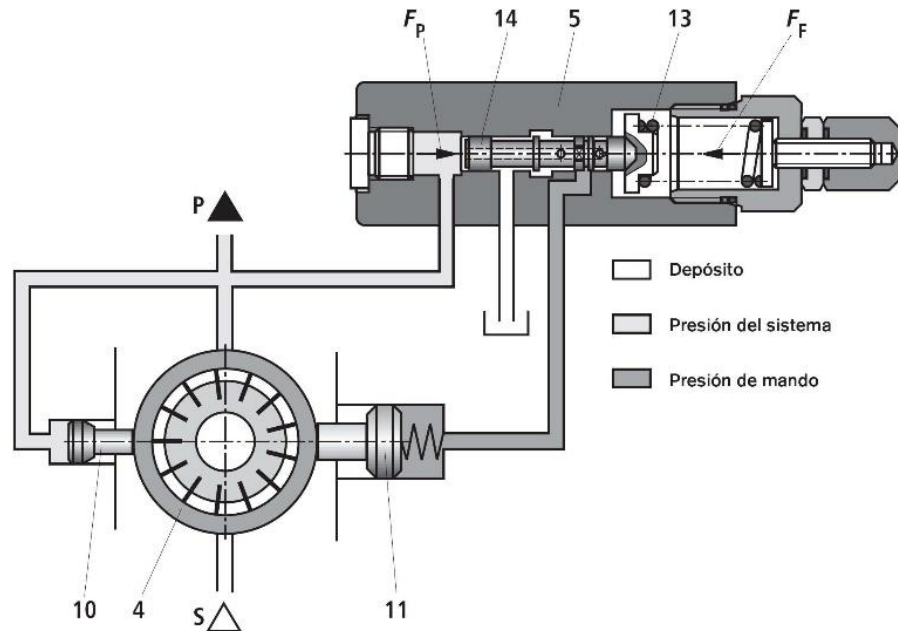
[https://dominionindustrial.files.wordpress.com/2014/10/f\\_21.jpg](https://dominionindustrial.files.wordpress.com/2014/10/f_21.jpg)

# Reguladores de flujo axial



<http://grupo-ciesa.com.mx/BOLETINES/RMG512.pdf>

## Reguladores de flujo radial



<https://areamecanica.files.wordpress.com/2013/02/regulador-bomba-paletas-pv7-posicion-descarga.jpg>

rangos de presión para reguladores

baja presión entrega 18 mbr

media presión entrega 350 mbr

alta presión entrega 285 psi para tuberías al acero carbono y 60 psi para tuberías de polietileno

## **ETAPAS DE REGULACIÓN**

la forma en que se quiebra la presión a lo largo de la red se denomina etapa de regulación la cantidad de quiebres de presión que sufre el gas determina las etapas de regulación.

### **Regulación en una etapa**

La regulación en una etapa quiebra la presión de entrada de 4 bar a 18 mbar este quiebre de presión está localizada a la entrada de la edificación

### **Regulación en dos etapas**

La regulación en dos etapas se hace en conjuntos de varios consumidores especialmente en edificios de apartamentos, aunque si se desea también se puede hacer en conjuntos cerrados Esta regulación permite hacer un quiebre a 350 mbar a la entrada del edificio y conservar esta presión hasta el siguiente punto de regulación que ha de llevar presión de servicio a los Gasodomesticos con un valor de 18 mbar.

### **Regulación en tres etapas**

La regulación en 3 etapas se hace en conjuntos de varios consumidores especialmente en edificios de apartamentos, aunque si se desea también se puede hacer en conjuntos cerrados Esta regulación permite hacer un primer quiebre de 4 a 1.5 bar a la entrada principal, luego se quiebra de 1.5 a 350 mbar a la entrada del edificio y conservar esta presión hasta el siguiente punto de regulación que ha de llevar presión de servicio a los Gasodomesticos con un valor de 18 mbar.

### **Regulaciones especiales**

Las regulaciones para casos especiales se ven reguladas por la norma NTC 3838 que permite tener regulaciones entre 350 mbar y 1.4 bar siempre y cuando la red sea soldada por personal certificado, este en todo su recorrido y los ductos sean ignífugos.

### **Tipos de medición de los flujos gaseosos**

La medición del servicio de gas se hace con diferentes tipos de dispositivos que permiten medir el flujo gaseoso que llega al consumidor.

El tipo de medidor va de acuerdo con las necesidades de consumo del usuario.

#### 4.1.6. Tipos de medidores

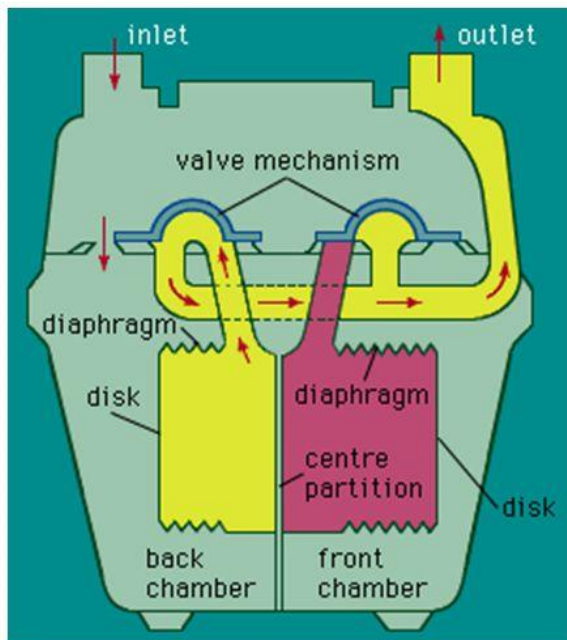
Medidores de desplazamiento positivo

Se dividen en:

Medidores de diafragma

Medidor de vazão de diafragma

Emprego : gases



[http://images.slideplayer.com.br/5/1595781/slides/slide\\_38.jpg](http://images.slideplayer.com.br/5/1595781/slides/slide_38.jpg)

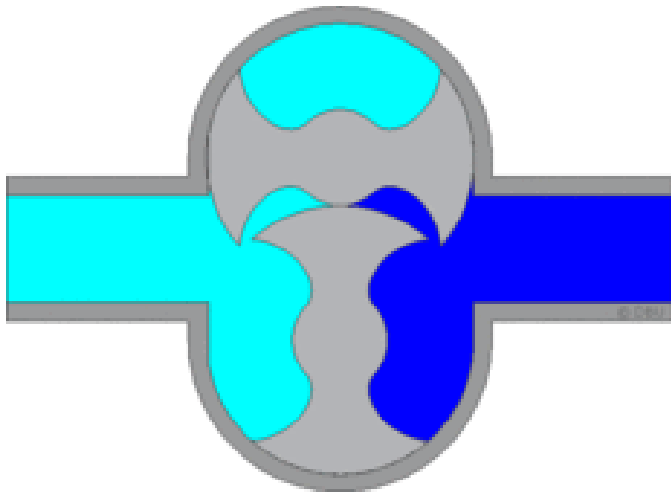


## Medidores lobulares



<http://4.bp.blogspot.com/-wu7X8mySs->

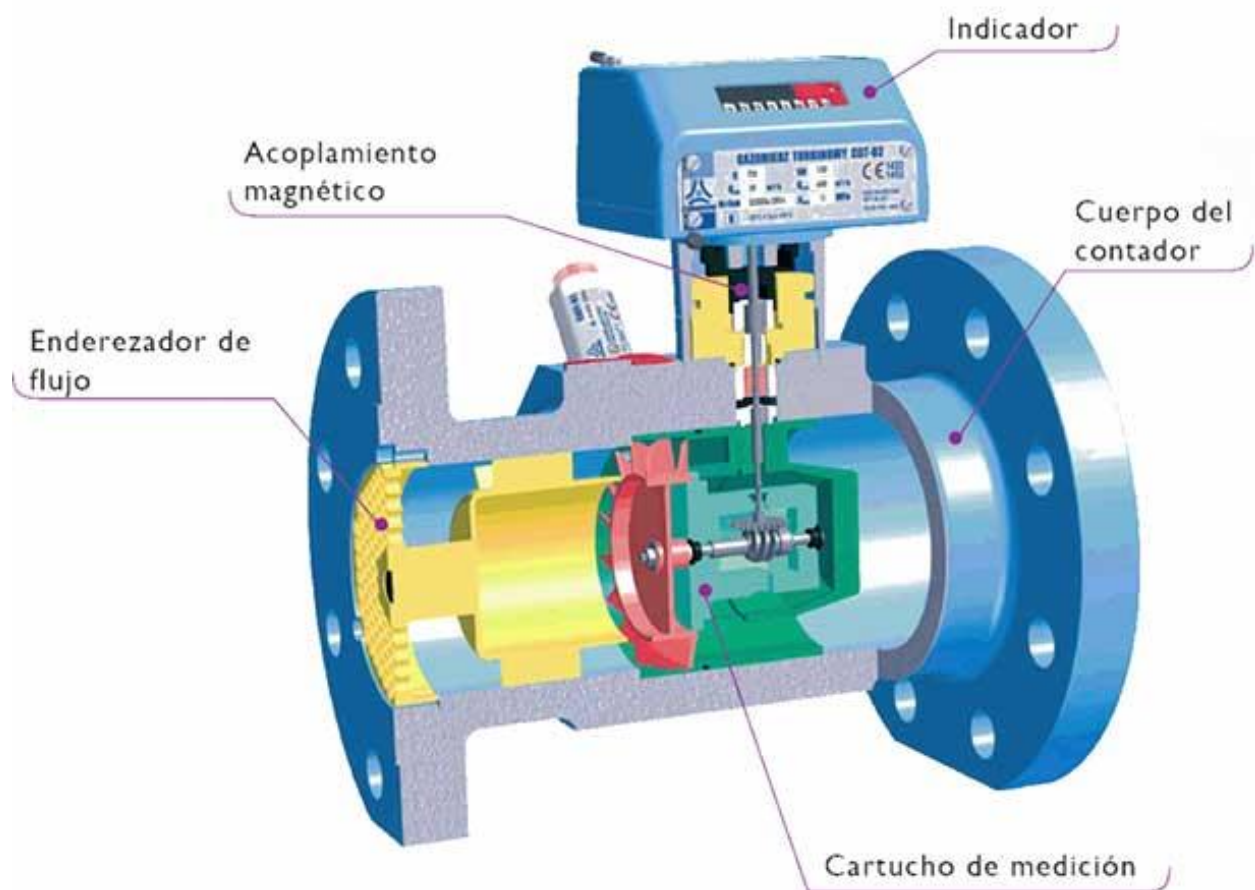
[E/VfDaIVq7kWl/AAAAAAAAAEk/ss39KYmhvho/s1600/Fluidtech\\_BOMBA\\_POS\\_LOBULAR\\_2.jpg](http://4.bp.blogspot.com/-wu7X8mySs-E/VfDaIVq7kWl/AAAAAAAAAEk/ss39KYmhvho/s1600/Fluidtech_BOMBA_POS_LOBULAR_2.jpg)



<http://1.bp.blogspot.com/-Fi0MUX2VcBM/VfDaMne-LjI/AAAAAAAAAEs/3LV2qygjmy4/s1600/231px-Lobbenpomp.gif>

Medidores de caudal másico

Medidores de turbina

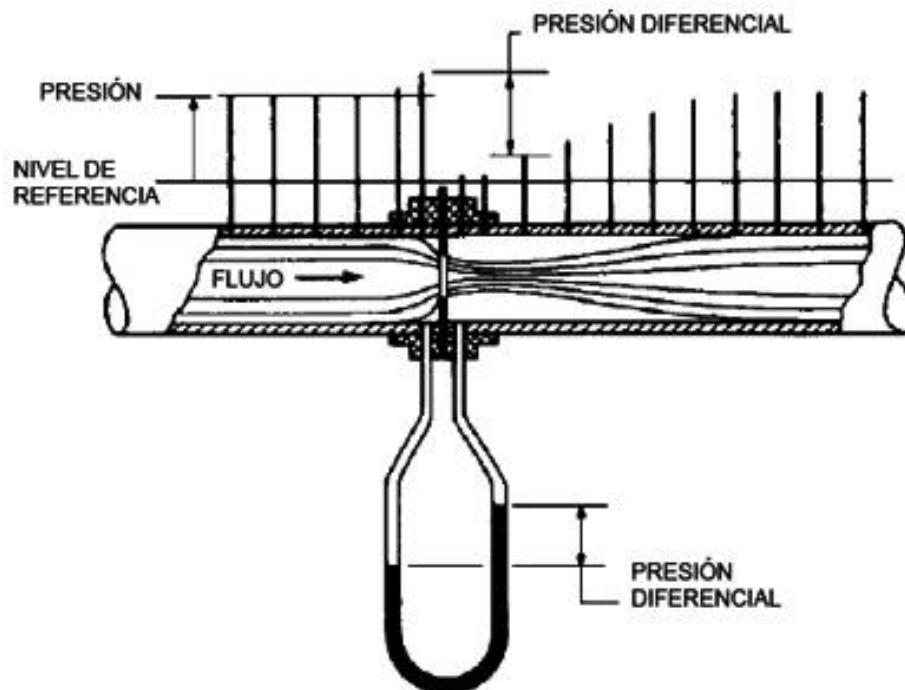


<http://sti-gas.com/wp-content/uploads/2016/01/medidores-de-gas-comerciales-e-industriales-tipo-turbina-CGT-02-common.jpg>

## Medidores de presión diferencial



[http://img.directindustry.es/images\\_di/projects/images-og/diferencial-venturi-medidor-flujo-presion-38196-9925103.jpg](http://img.directindustry.es/images_di/projects/images-og/diferencial-venturi-medidor-flujo-presion-38196-9925103.jpg)



<http://www.sapiensman.com/tecnoficio/electricidad/images/presion%20diferencial.jpg>

## **capitulo 5**

### **5.1. Fenómenos de corrosión en las instalaciones de redes a gas**

Las redes de servicio de gas están construidas por materiales metálicos en su gran mayoría y aún más cuando de instalaciones industriales se trata. Ya que los metales cuando están expuestos a agentes ambientales sufre degradación de su aspecto y pierden masa a causa de la corrosión es importante conocer cómo se produce este fenómeno físico químico y como se previene.

#### **Mecanismos de corrosión**

La corrosión se sucede cuando un metal está expuesto a un medio eléctricamente agresivo o está en contacto con otro metal y se pierde material superficial de manera constante hasta degradarse completamente

Para comprender la corrosión debeos comprender algunos conceptos químicos

#### **5.1.1 Ionización**

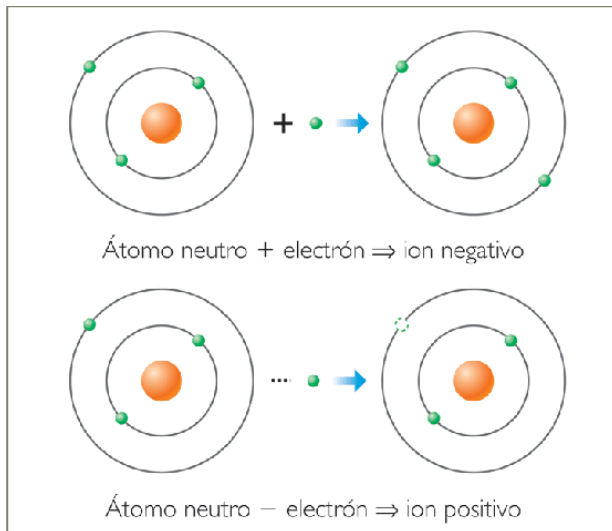
Cuando un átomo cede o gana electrones se ioniza, si el átomo o la molécula se carga eléctricamente sin ceder o ganar electrones se denomina ion, pero si se ceden electrones o se ganan electrones se conforma un proceso de ionización.

Cuando el ion se carga negativamente se llama anión y cuando se carga positivamente se llama catión.

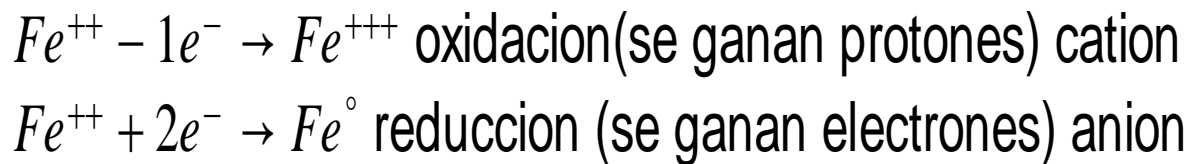
De lo anterior podemos deducir el significado de ánodo y cátodo.

Si se pierden electrones el proceso se denomina oxidación, y si se gana electrones se llama

### 5.1.2. Reducción

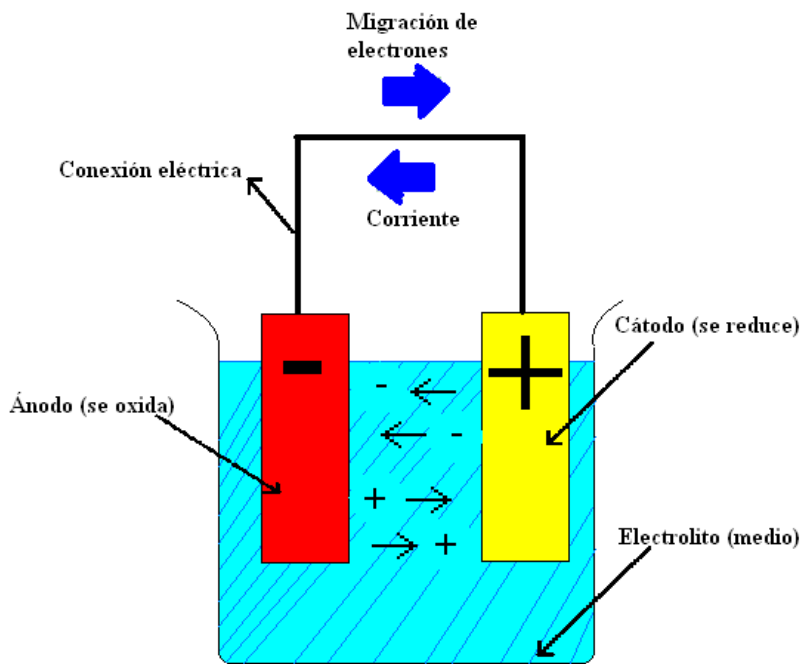


[https://diagnosticouem.wikispaces.com/file/view/20070924klpcnafyq\\_13.Ees.SCO.png/307292296/20070924klpcnafyq\\_13.Ees.SCO.png](https://diagnosticouem.wikispaces.com/file/view/20070924klpcnafyq_13.Ees.SCO.png/307292296/20070924klpcnafyq_13.Ees.SCO.png)



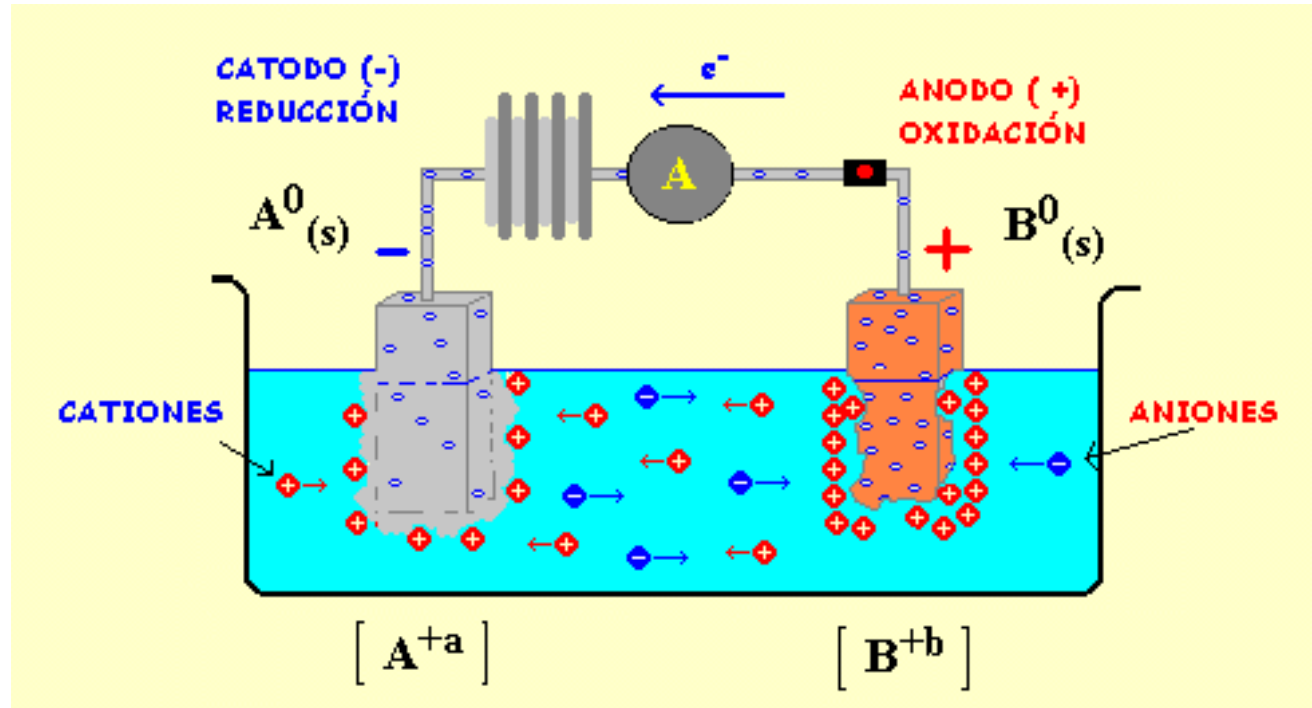
### 5.1.3. Electrolito

Una solución con presencia de humedad posee en su medio iones libres, esta solución denominada electrolítica sirve de medio para el flujo de electrones entre un cátodo y un ánodo, cuando el metal se encuentra solo en presencia del electrolito se corroe el material.



Esquema 4.  
Celda electroquímica

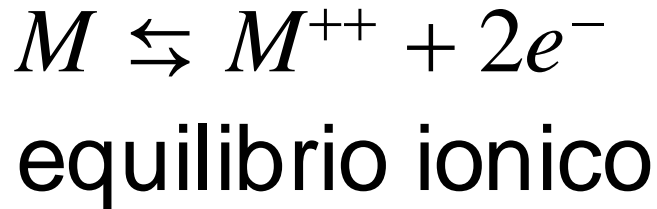
<http://html.rincondelvago.com/000749713.png>



[http://3.bp.blogspot.com/\\_gdF2rNEjn8I/TEyNIrRKoDI/AAAAAAAAAGI/62oxcmi-zzc/s1600/6.gif](http://3.bp.blogspot.com/_gdF2rNEjn8I/TEyNIrRKoDI/AAAAAAAAAGI/62oxcmi-zzc/s1600/6.gif)

Tipos de corrosión

El equilibrio metálico entre el metal M con su ion  $M^{++}$  y con su electrón  $2e^{-}$  se representa a continuación.



Este equilibrio se pierde cuando en el medio se hace presente el electrolito lleno de iones libre que absorberá los electrones produciéndose de esta manera la corrosión.

### 5.1.4. Tipos De Corrosión

Corrosión uniforme

Galvánica

De rozamiento

Erosiva

Por cavitación

Por aireación diferencial

Bacteriana

Corrosión localizada

Intergranular

Por esfuerzo

Por hidrogeno

### 5.1.5. Mecanismos De Protección

Par evitar la oxidación de las redes debemos recurrir a mecanismos de protección que impidan el deterioro de las redes

Existen dos tipos de protección contra la corrosión

#### Protección Pasiva

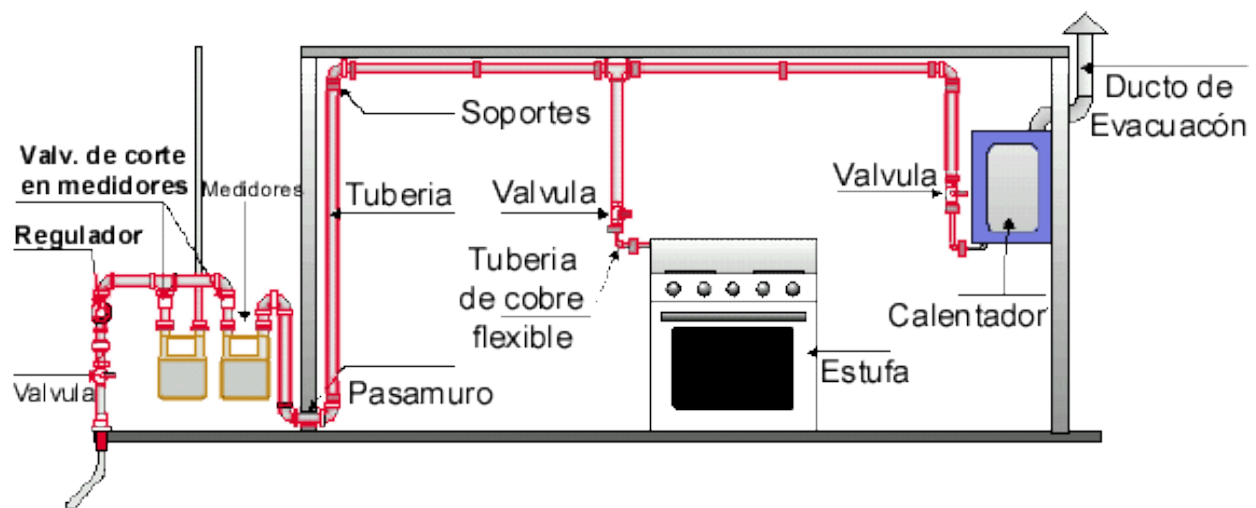
La protección pasiva consiste en aislar el material metálico del medio electrolítico con materiales aislantes que impidan el paso de la corriente causante del deterioro, esta protección se puede realizar con materiales no conductores eléctricos o también con aislantes no conductores eléctricos, en el primer caso las pinturas epóxica son un buen recurso y en el caso segundo con material plástico se puede lograr lo mismo.

### Protección Activa

La protección activa se realiza con ánodos de sacrificio los cuales por diferencial de potencial eléctrico se destruye primero que el tubo que se está protegiendo, este sistema requiere revisión periódica.

## Capítulo 6

### 6.1. Etapas de diseño para gas natural y para glp



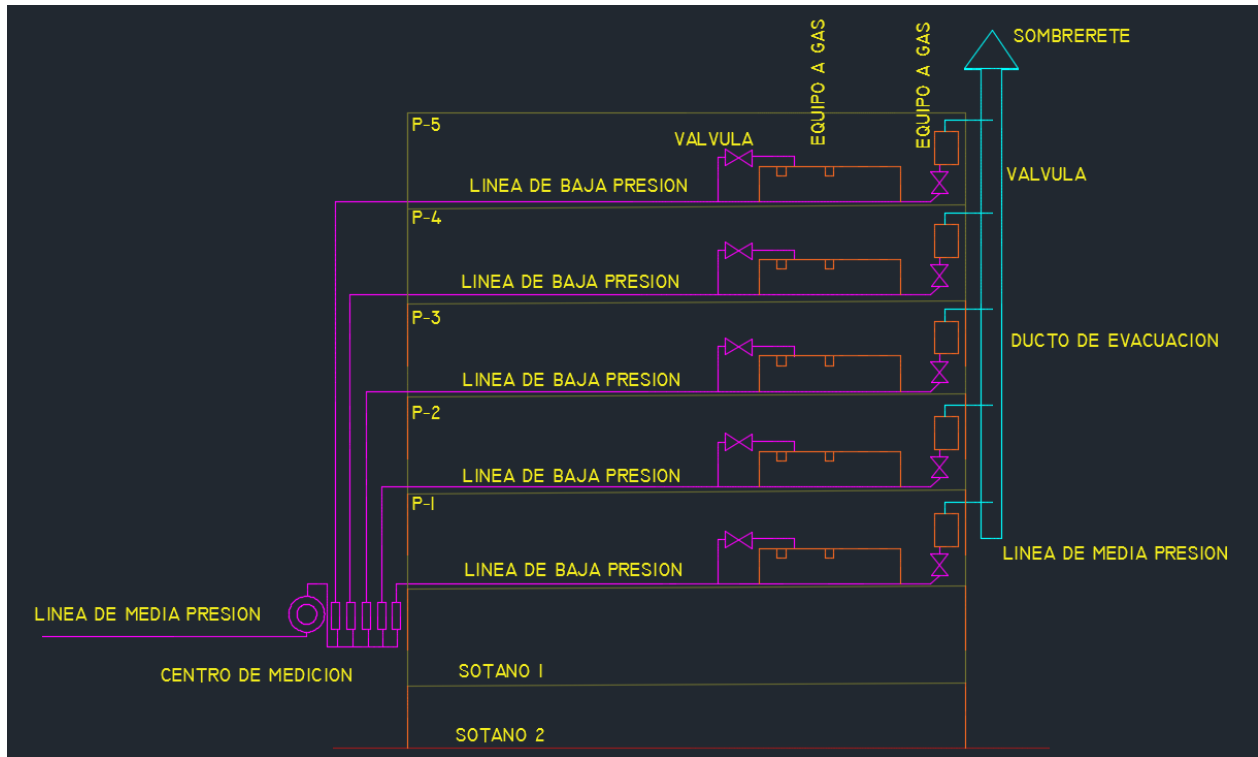
El diseño de redes para edificaciones contempla el valor del consumo del usuario, de acuerdo con este principio y con base en la distribución arquitectónica y la implantación general de los proyectos constructivos se puede diseñar por etapas de quiebres de presión, este sistema se adopta desde la entrega de gas al usuario por parte del distribuidor.



Existen básicamente cuatro tipos de regulación

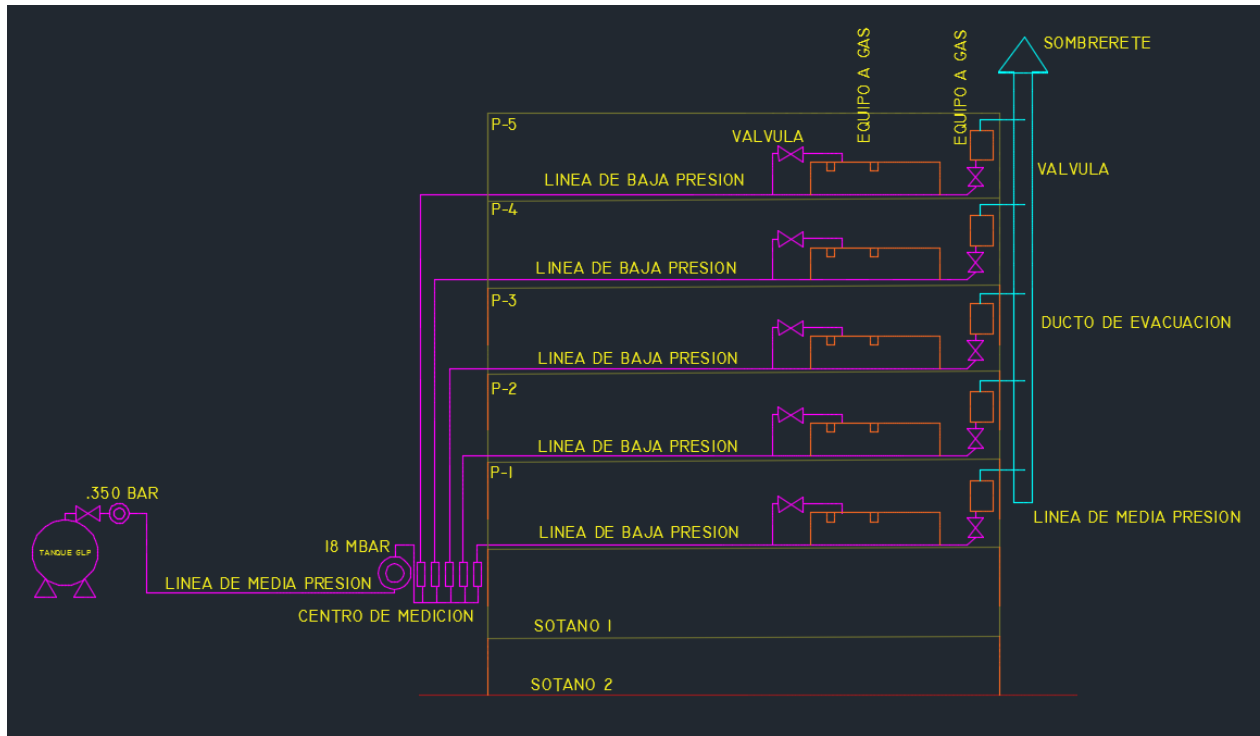
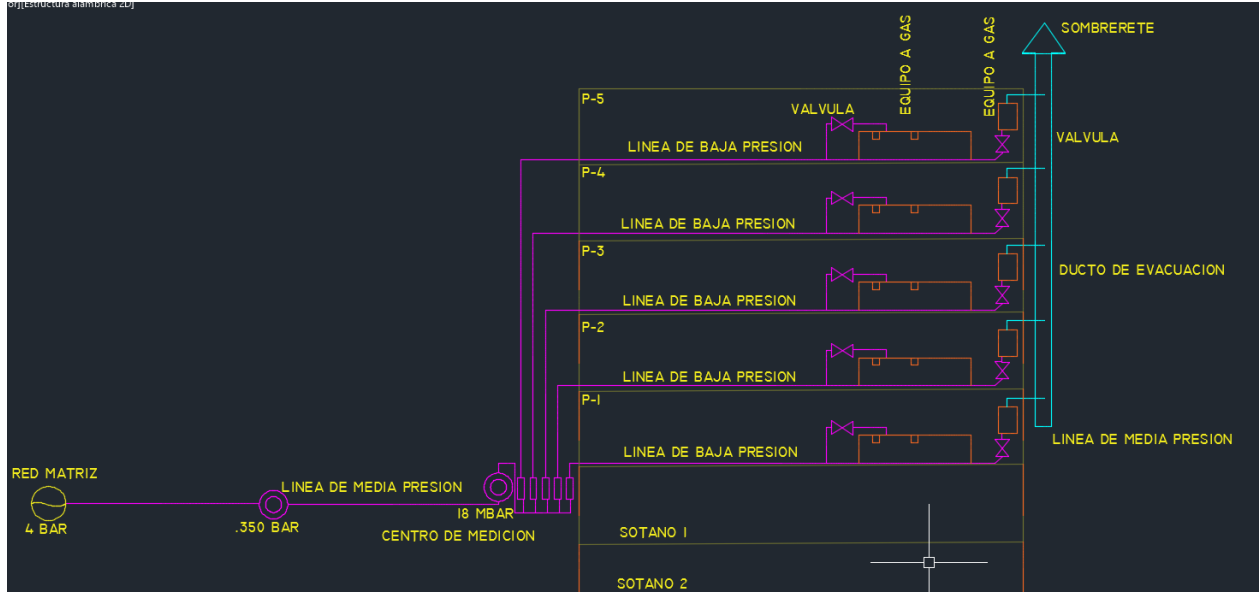
### 6.1.1. Regulación en una única etapa

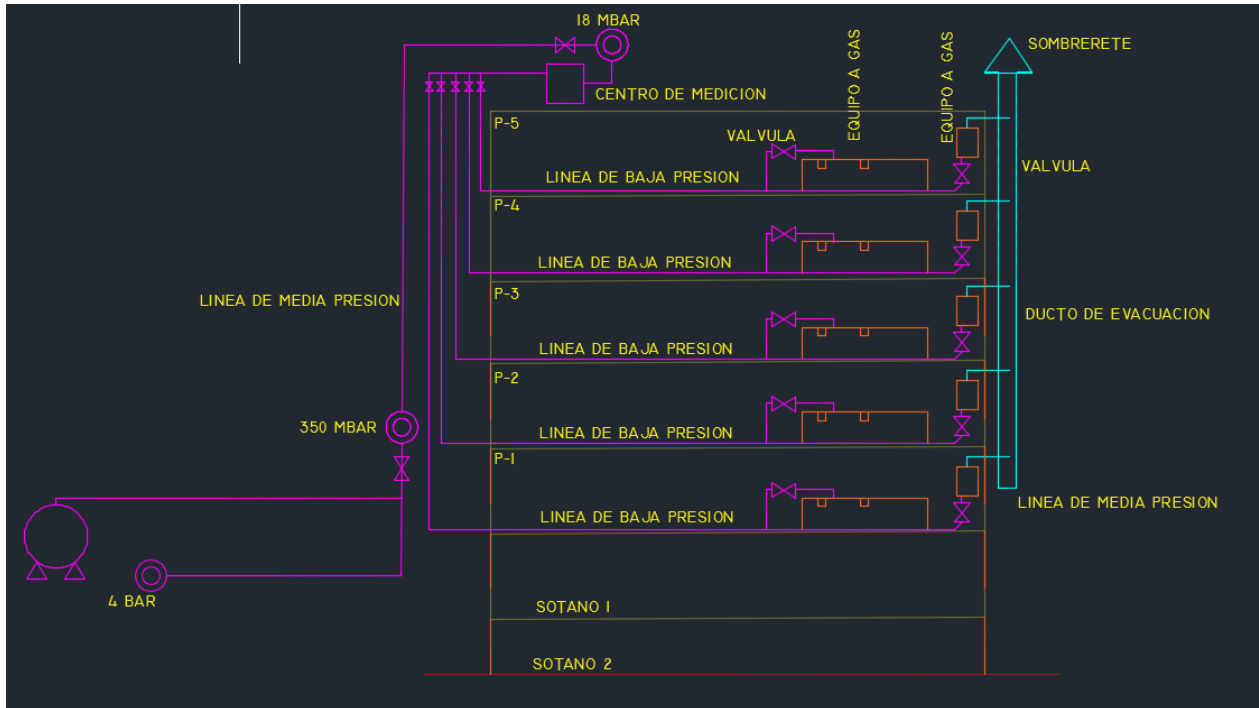
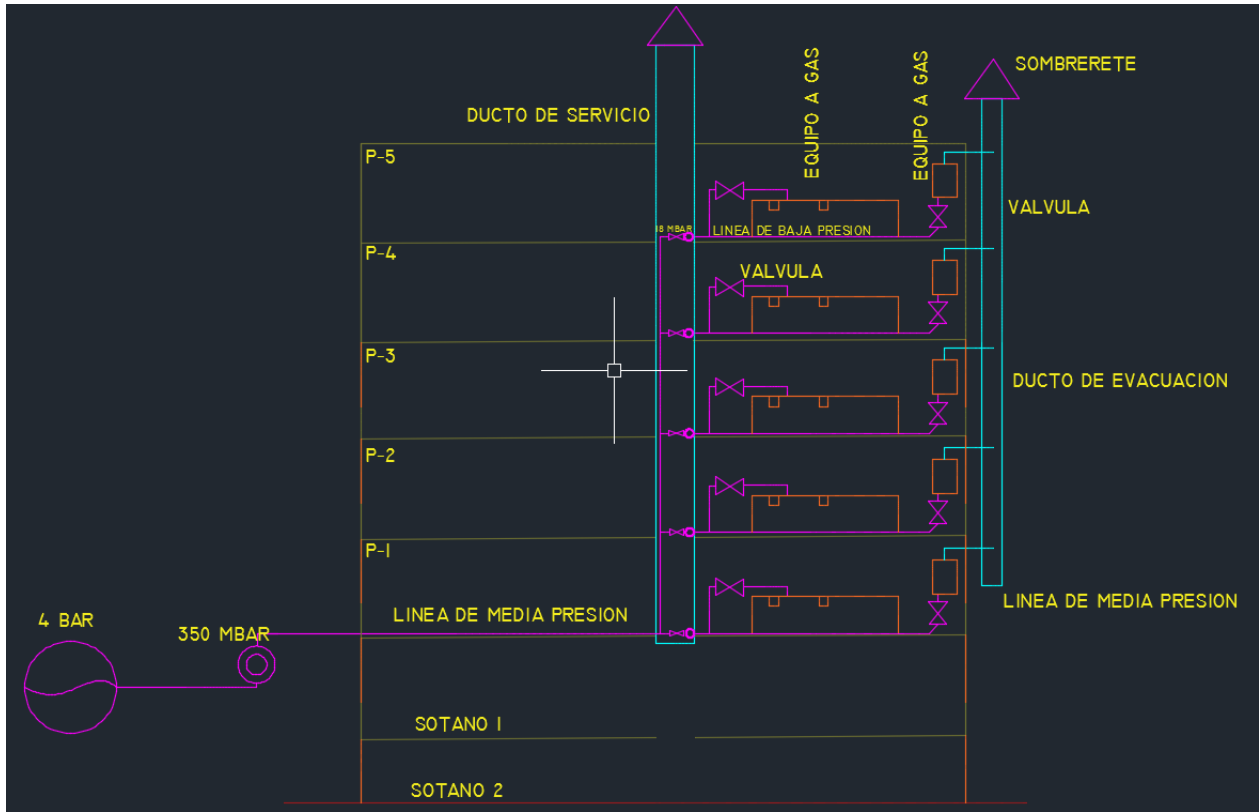
el quiebre de presión está a la entrega de gas al usuario y quiebra la presión en la red matriz (4 bar) a la presión de servicio de los Gasodomesticos.



### 6.1.2. Regulación en dos etapas.

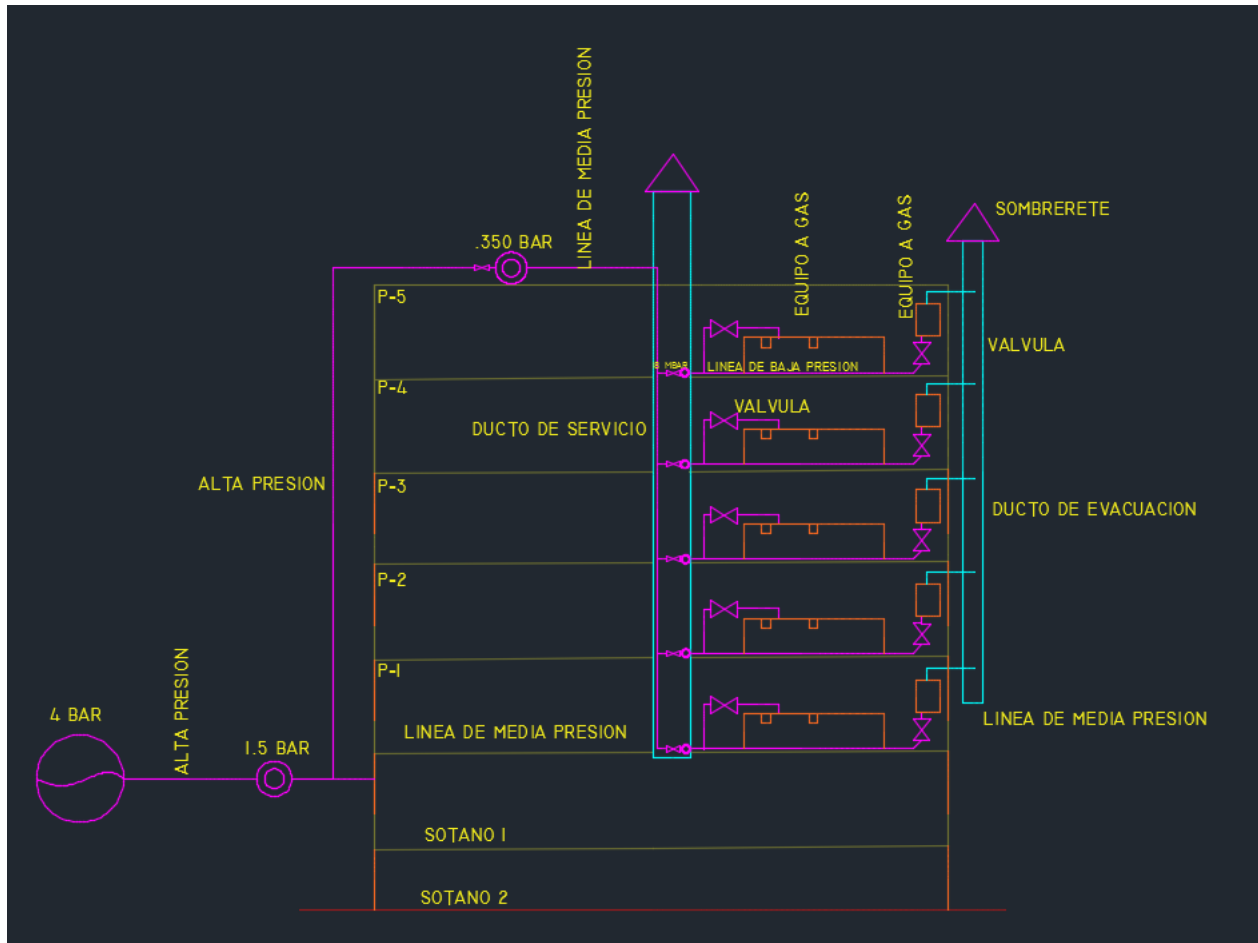
El quiebre de presión inicia en la entrega de gas al usuario y quiebra la presión en una primera parte 4000 mbar a 350 mbar y seguidamente a la entrada del usuario se quiebra la presión a presión de servicio de lo Gasodomesticos.





### 6.1.3. Regulación en tres etapas.

El quiebre de presión inicia después de la línea matriz hasta el paramento de propiedad del inmueble y quiebra la presión de 4000 mbar a 1500 mbar seguidamente en un área común provista de las condiciones de seguridad se quiebra la presión a 350 mbar y finalmente a la entrada del usuario se quiebra la presión a presión de servicio de los Gasodomesticos.



En todos los puntos quiebre se debe proteger la red contra escapes colocando en los nichos odómetro y válvula solenoide para evitar escapes de gas.

## Capítulo 7

### 7.1 . Diseño de redes GN

#### 7.1.1 Diseño a baja presión.

##### 7.1.1.1 Parámetros de diseño

El diseño de la red a gas está amarrado al tipo de usuario, el tipo de gas, el consumo y el tipo de regulación, velocidad del gas en las tuberías.

Las normas que rigen los diseños para usuario residencial y comercial es la NTC 2505 y ntc 3838 para instalaciones industriales.

En función del diseño de redes a gas están las siguientes variables

##### 7.1.1.1.1. Coeficiente de simultaneidad

La eficiencia del sistema para servir varios consumidores al mismo tiempo, esta variable se denomina coeficiente de simultaneidad y su máximo valor de 1 y a medida que aumenta el número de aforados este valor disminuye. Y está determinado por la siguiente ecuación

Caudal de simultaneidad para instalación individual  
baja presión G.N y GLP

$$Q = A + B + \frac{(C+D+N+\dots)}{2}$$

$Q$  = Caudal de simultaneidad

$A + B$  = Caudal de los dos aparatos de mayor consumo

$(C + D + N + \dots)$  = sumatoria de caudales de los otros gasodomesticos

## Caudal de simultaneidad para instalacion multiple baja presion G.N y GLP

$$K = \frac{.9687}{N^{.1816}}$$

$K$  = Caudal de simultaneidad

$N$  = Numero de usuarios

### 7.1.1.1.2. Consumo energético o potencia instalada.

Consumo energético es la cantidad de gas que requiere el equipo a gas para emitir la energía calorífica requerida para los procesos térmicos.

Por orden de la resolución 0680 de 2015 del ministerio de comercio industria y turismo el potencial nominal o consumo calorífico se debe etiquetar en los Gasodomesticos en unidades de KW o Mj/h.

Debido a que en las tuberías se mide el caudal que transita por ellos es indispensable convertir la potencia nominal del Gasodomesticos a unidades de volumen.



Modelo JLG34	MIXTA
Caudal de agua sanitaria con incremento de 25°C	176 L/m
Rango de temperatura del agua sanitaria	30°C - 55°C
Rango de temperatura del agua de calefacción	30°C - 80°C
Potencia nominal	34 KW
Tipo	C-Cámara estanca
Categoría	I
Tipo y presión de gas	GN 20 mBar GLP 28 mBar
Máxima presión de agua	70 PSI
Fronte	45.2 cm
Fondo	35 cm
Altura	85 cm
Tensión / Frecuencia	220VAC / 60 Hz

Ref: JLG34-B2478  
JLG34-B278

**Intelservice S.A.S.**

Todo en Gasodomesticos

**Caldegas**

#### Caldera Mural Mixta - Cámara Estanca de Recirculación y Agua Caliente Sanitaria

- Requiere conexión eléctrica de 220 VAC y polo a tierra.
- Aptas para instalaciones de sistemas por radiadores, fancoils y piso radiante.
- Sistema ionizado sin llama piloto permanente.
- Artefacto tipo "C", requiere ducto de evacuación. Ducto incluido.
- Encendido suave y progresivo.
- Funcionamiento silencioso.
- Quemadores modulantes multigas de acero inoxidable.
- Dos versiones: Calefacción y agua caliente sanitaria JLG34-B2478 / Solo calefacción JLG34-B278.
- Garantía 12 meses. Garantía limitada a instalación por personal autorizado de la marca.

La fórmula para convertir potencia nominal a caudal es la siguiente

### conversion de potencia nominal a

$$potencia = \frac{kw}{h} * \frac{BTU}{kw} * \frac{Pie^3}{BTU} * \frac{M^3}{Pie^3}$$

Ejemplo:

Para el rotulo anterior

Potencia nominal= 34 KW

### conversion de potencia nominal a $\frac{m^3}{h}$

$$potencia = \frac{kw}{h} * \frac{BTU}{kw} * \frac{Pie^3}{BTU} * \frac{M^3}{Pie^3}$$

$$potencia = \frac{34Kw}{1h} * \frac{3412BTU}{1Kw} * \frac{1Pie^3}{1000BTU} * \frac{1M^3}{35.13Pie^3} = 3.3022 \frac{M^3}{h}$$

Esto nos arroja un resultado de 3.3 metros cúbicos por hora. Lo cual determina el consumo horario del equipo a gas

En el recibo de la empresa el valor del poder calorífico del gas suministrado, ese valor se debe convertir al equivalente energético de un pie cubico de gas que con apoyo de <http://www.convert-me.com/es/convert/energy/> es posible hallar para nuestros cálculos de diseño.

# Desglose de conceptos facturados

La tarifa de gas natural se compone de tres partes:

**actura**

**EMPRESA SOCIALMENTE RESPONSABLE**

**AEMOR** Certificación medioambiental en la distribución de gas natural

**GAS NATURAL MEXICO, S.A. DE C.V.**  
 GUANAJUATO  
 Jalisco S/N, 8 Int. 704  
 Cui. Los Morales Potosí  
 Cui. Miguel Hidalgo, México, D.F.  
 C.P. 11510

**gasNatural fenosa**

**Cuenta** #1038901-1

**Control** N° BH40014186

**Fecha** 20140106 22:27:58

**Folio Fiscal (UUID)** D9286C9-1630-4C38-970D-E3E3F8263536

**Certificado Digital** 502011000000001757829

**Certificado Digital SAT** 502011000000001194220

**Nombre:** FLECCINA, NANCY OTTE  
**Calle:** CALLE DEL PARQUE  
**Colonia:** C.P. 38024  
**Mpo/Edo:** DELIYAN, GUANAJUATO  
**Medidor:** EL AMBLIO 5021903882

**Tarifa:** G1 Doméstico  
**Emitida:** S. PEDRO GZA. GCIA.  
**Lote:** 40411  
**R.F.C.:** GAAR020614XXXX

**Fecha Timbrado** 20140106 22:27:58

**Historial de Consumo**

Lectura	Fecha	Tipo	Fechas Importantes
ACTUAL	14 (03ene14)	(REAL)	LIMITE DE PAGO SUJETO A CORTE
ANTERIOR	0 (17dic13)	( )	<b>19Ene14 20Ene14</b>
CONSUMO	14 M <sup>3</sup>		PODER CALORIFICO: 0.038452 GJOULES/M <sup>3</sup>

Cantidad	Unidad	Concepto	Precio Unitario	Importe
14	M3	*PRECIO ADQUISICION	2.7026	37.84
		DISTRIBUCION CON COMERCIALIZACION POR USO : 50%, POR CAPACIDAD : 50%		
14	M3	* PRIMER BLOQUE	1.9941	27.92
1	NO APLICA	CARGO SERVICIO	38.77	38.77
1	NO APLICA	AJUSTE OPERATIVO	0.15	0.15
		SUBTOTAL		104.68
		IVA 16 %		16.75

## 7.1.1.1.3. Perdidas admisibles en el diseño

La capacidad de diseño que se requiere para satisfacer la eficiencia energética de los equipos a gas depende en gran medida de la longitud de la tubería, el tipo de tubería y la cantidad de accesorios que merman la presión de servicio en el equipo a gas.

Por esta razón la norma NTC 2505 no direcciona el tipo de formulación que escoja el diseñador siempre y cuando cumpla con la mínima presión requerida por el equipo a gas para su normal funcionamiento.

Por la anterior razón es necesario que el diseñador consulte al distribuidor local de gas para que se le certifique la máxima pérdida admitida en los tramos de diseño de la red de gas.

Las siguientes son las formulas útiles para el cálculo de presión en redes a gas internas para servicio de baja presión.



#### 7.1.1.1.4. Formula de pole

$$Q = .00304 * c * \left( \frac{H * D^5}{G * L} \right)^{.5}$$

$$D = \left( \left( \frac{Q}{.00304 * c} \right)^2 * \left( \frac{G * L}{H} \right) \right)^{.2}$$

$$H = \left( \frac{Q}{.00304 * c} \right)^2 \left( \frac{G * L}{D^5} \right)$$

Donde:

Q = Caudal de gas, m3/h

C = Factor en función del diámetro

H = Pérdida de presión, mbar

D = Diámetro de la tubería interna, mm

L = Longitud equivalente, m

G = Gravedad específica del gas, para GN 0.6 y para GLP 1.52

<b>Factor "C" en función del diámetro para fórmula de Pole diseño de líneas a baja presión</b>		
<b>(Fórmula de Polyflo)</b>		
<b>diámetro nominal</b>	<b>diámetro mm</b>	<b>valor de "C"</b>
3/8 a 1/2	9.53 a 13	1.65
3/4 a 1"	19.05 a 13.	1.8
1 1/4 a 1 1/2	31.5 a 38.1	1.98
2	50.8	2.16
3	76.2	2.34
4	101.6	2.42

tabla 52. Factor "c" en función del diámetro para fórmula de pole diseño de líneas a baja presión (fórmula de polyflo)

#### 7.1.1.1.5. Formula de polyflo:

$$Q = .004 * D^{2.623} * \left( \frac{H}{K*L} \right)^{.541}$$

$$D = \left[ \frac{Q}{.00434} * \left( \frac{K*L}{H} \right)^{.541} \right]^{.3812}$$

$$H = \left( \frac{Q}{.004*D^{2.623}} \right)^{\frac{1}{.541}} * K * L$$

Donde :

Q = Caudal, m<sup>3</sup>/h

D = Diámetro, mm

H = Caída de presión, mbar

L = Longitud equivalente, m

K = .00325(T+273) xG

T = Temperatura, °C

G = Gravedad especifica del gas, para GN 0.6 y para GLP1.52

#### 7.1.1.1.6. Formula de renouard

$$Q = \left( \frac{H*D^{4.82}}{23200*G*L} \right)^{.5495}$$

$$D = \left( \frac{23200*G*L*Q^{1.82}}{H} \right)^{.2075}$$

$$H = \frac{1}{4.8193} \sqrt{\frac{(23200*G*L*Q^{1.82})^{.2075}}{D}}$$

Donde:

Q = Caudal, m<sup>3</sup> /h

D = Diámetro, mm

H = Caída de presión, mbar

G = Densidad relativa del gas para GN 0.6 y para GLP 1.52

L = Longitud equivalente, m

#### **7.1.1.1.8. Velocidad del gas dentro de las redes para baja presión**

Para completar los diseños de debe cumplir con los requisitos de la norma NTC 4282 en cuanto a la velocidad del gas al interior de las tuberías.

$$V = \frac{Q}{.283 * D^2}$$

Donde:

V = Velocidad, m/s

Q = Caudal de gas; m<sup>3</sup>/h

D = Diámetro interior de la Tubería, cm

#### **7.1.1.2.1 .Diseño a media presión**

#### **7.1.1.2.2 . Formula de mueller**

$$Q = \left( \frac{461}{10^7 * G^{.425}} \right) \left( \frac{P_1^2 - P_2^2}{L} \right)^{.525} * D^{2.725}$$

$$P_2 = \left[ P_1^2 - \left( \frac{Q * G^{.425} * 10^7}{D^{2.725} * 461} \right)^{1.7391} * L \right]^{.5}$$

En donde:

Q = Caudal, m<sup>3</sup>/h

G = Gravedad específica del gas; para GN 0,60 y para GLP 1,52

P<sub>1</sub> = Presión absoluta a la entrada, en mbar

P<sub>2</sub> = Presión absoluta a la salida, en mbar

H = Caída de presión, mbar

D = Diámetro interno de la tubería, mm

L = Longitud tramo más longitud equivalente.

#### 7.1.1.2.3 . Velocidad en el tramo

$$V = \frac{354 * Q}{D^2 * P}$$

Donde:

V = Velocidad, m/s

Q = Caudal de gas; m<sup>3</sup>/h

D = Diámetro interior de la Tubería, mm

P = Presión absoluta en el tramo en bares.

	Joule*, J	Kilojoule, KJ	Megajoule, MJ	Libra fuerza pie, lbf	British Thermal Unit, Btu	Therm	Kilovatio hora, kwh
<b>1 Joule</b>	1	0.001	10 <sup>-6</sup>	0.737	9.48 * 10 <sup>-4</sup>	9.48 * 10 <sup>-9</sup>	2.78 * 10 <sup>-7</sup>
<b>1 KJ</b>	1000	1	0.001	737.56	0.9478	9.48 * 10 <sup>-6</sup>	2.78 * 10 <sup>-4</sup>
<b>1 MJ</b>	10 <sup>6</sup>	1000	1	737.562	947.82	9.48 * 10 <sup>-3</sup>	0.2778
<b>1 Lbf</b>	1.356	1.36 * 10 <sup>-3</sup>	1.36 * 10 <sup>-6</sup>	1	1.28 * 10 <sup>-3</sup>	1.28 * 10 <sup>-8</sup>	3.77 * 10 <sup>-7</sup>
<b>1 BTU</b>	1055.1	1.0551	1.05 * 10 <sup>-3</sup>	778.17	1	10 <sup>-5</sup>	2.931 * 10 <sup>-4</sup>
<b>1 Therm</b>	1.0551 * 10 <sup>8</sup>	105510	105.51	7.78 * 10 <sup>7</sup>	100000	1	29.307
<b>1 Kwh</b>	3.6 * 10 <sup>6</sup>	3600	3.6	2.65 * 10 <sup>6</sup>	3412.1	0.03412	1

tabla 53. Tabla de potencias

### 7.1.1.2.4 . Longitud equivalente

La investigación sobre las perdidas por fricción en tubería y accesorios han dado lugar a tabla que representan en cantidad de tramo recto el valor de accesorios usados para cambios de dirección o para derivación de fluidos gaseosos.

DIAMETRO		CODOS 45		CODOS DE 90 Relación radio de curvatura diámetro						TEES DE PASO		VALVULAS ABIERTAS DE			
D															
Pulg	mm	Roscado	Soldado	Corto	Medio	R/d=1	R/d=11/2 =8	R/d=2 =6	R/d=4 comp. abierto	Val.	Directo	De Lado y Bilateral	Globo	Angulo	Cheque
K1		0.0138	0.0617	0.0298	0.0248	0.0163	0.0123	0.009	0.0072		0.0200	0.0598	0.3399	0.1700	0.0849
K2		-0.0118	-0.1111	-0.0290	-0.0796	-0.0249	-0.0200	-0.01	-0.0087		-0.0741	-0.2045	-0.5228	-0.2609	-0.1267
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11	12	13	14	15
3/8	9.50	0.12	0.48	0.25	0.16	0.13	0.10	0.07	0.06		0.12	0.36	2.71	1.35	0.68
1/2	16.40	0.21	0.46	0.46	0.33	0.24	0.18	0.14	0.11		0.25	0.78	5.05	2.53	1.27
3/4	22.20	0.29	0.63	0.63	0.47	0.34	0.25	0.19	0.15		0.37	1.12	7.02	3.51	1.76
1	27.70	0.37	0.80	0.80	0.61	0.43	0.32	0.24	0.19		0.48	1.45	8.89	4.45	2.23
1 1/4	36.90	0.50	1.07	1.07	0.84	0.58	0.43	0.32	0.26		0.66	2.00	12.02	6.01	3.01
1 1/2	42.50	0.57	1.24	1.24	0.98	0.67	0.50	0.37	0.30		0.78	2.34	13.92	6.96	3.48
2	53.50	0.72	1.56	1.56	1.25	0.85	0.64	0.48	0.37		1.00	2.99	17.66	8.83	4.42
2 1/2	60.24	0.82	1.77	1.77	1.42	0.96	0.72	0.54	0.42		1.13	3.40	19.95	9.98	4.99
3	78.40	1.07	2.31	2.31	1.87	1.25	0.94	0.70	0.55		1.49	4.48	26.13	13.06	6.53
4	102.30	1.40	3.02	3.02	2.46	1.64	1.24	0.92	0.72		1.97	5.91	34.25	17.13	8.56

tabla 54. Tabla de longitudes equivalentes de tubería recta en accesorios

## 7.2. Diseño de redes glp con tanque estacionario

Las instalaciones de redes de gas en edificaciones con GLP poco difieren en la de las redes para gas natural, la diferencia establecidas entre los dos tipos de instalaciones residen en el poder calorífico del GLP. Y su baja compresibilidad para la licuación, las redes a gas manejan un rango más alto en la presión de servicio para los equipos a gas con un valor de 28 mbares de presión de servicio, las

fórmulas utilizadas para el dimensionamiento de tubería siguen siendo las mismas que se usan en Gas Natural.

Para suplir la necesidad energética de un usuario es indispensable la proyección de tanques estacionarios que permitan un servicio constante en el tiempo con un tanque que permita rellenado periódicamente.

Dado que en la fundamentación científica de este manual ya contempla las propiedades del GLP, en adelante se analizará los aspectos reglamentarios de las instalaciones el tanque estacionario hasta el primer quiebre de presión.

Es importante para el diseñador revisar las correspondientes normas ASME para los recipientes y la instrumentación que, aunque es competencia del ingeniero mecánico es bueno por parte del ingeniero civil saber manejar el tema.

## **7.2. 1. Parámetros de diseño para los tanques estacionarios de almacenamiento.**

### **7.2. 1.1. Tipo de recipientes**

Los recipientes para el almacenamiento deben ser cilindro con tapa esférica y de conformidad con la norma NTC 3712

### **7.2. 1.2. Distancias de funcionamiento**

De acuerdo con la norma NTC 3853-1 las siguientes son las distancias con respecto a edificaciones y entre tanques.

Capacidad individual en galones (m <sup>3</sup> )	Distancias mínimas (véase el numeral 2.2.2 y la Figura 2.2.2)		
	Recipientes semienterrados o bajo tierra	Recipientes sobre el nivel del piso [Nota (d)]	Distancia entre recipientes.[Nota (c)]
Menos de 125 (0,5) [Nota (a)]	10 pies (3 m)	Ninguno	Ninguna
De 125 a 250 (0,5 a 1,0)	10 pies (3 m)	10 pies (3 m)	Ninguna
De 251 a 500 (1,0+ a 1,9)	10 pies (3 m)	10 pies (3 m)	3 pies (1 m)
De 501 a 2 000 (1,9+ a 7,6)	10 pies (3 m)	25 pies (7,6m) [Nota (b)]	3 pies (1m)
De 2 001 a 4 000 (7,6+ a 15,2)	25 pies (7,6 m)	25 pies (7,6 m)	3 pies (1 m)
De 4 001 a 30 000 (15,2+ a 114)	50 pies (15 m)	50 pies (15 m)	5 pies (1,5 m)
De 30 001 a 70 000 (114+ a 265)	50 pies (15 m)	75 pies (23 m)	(*)
De 70 001 a 90 000 (265+ a 341)	50 pies (15 m)	100 pies (30 m)	(*)
De 90 001 a 120 000 (341+ a 454)	50 pies (15 m)	125 pies (38 m)	(*)
De 120 001 a 200 000 (454+ a 757)		200 pies (61 m)	(*)
De 200 001 a 1 000 000 (757 a 3785)		300 pies (91 m)	(*)
Más de 1 000 000 (3 785)		400 pies (122 m)	(*)

tabla 55. Distancias con respecto a edificaciones y entre tanques.

### 7.2. 1.3. Almacenamiento

Todo tanque debe quedar en zonas externas a las edificaciones en zonas de libre trasiego y es necesario contar con análisis de suelos para determinar agentes corrosivos y el diseño de estructuras de contención.

En caso de ubicación en terrazas se debe garantizar por ingeniero estructural el trabajo del tanque en su conjunto y una capacidad no mayor a 1200 galones líquidos, un volumen máximo a 4.54 m<sup>3</sup> y mínimo 6 m de separación a paredes de la edificación.

Para el lleno de tanques en azoteas se debe cumplir con la norma NFPA 58.

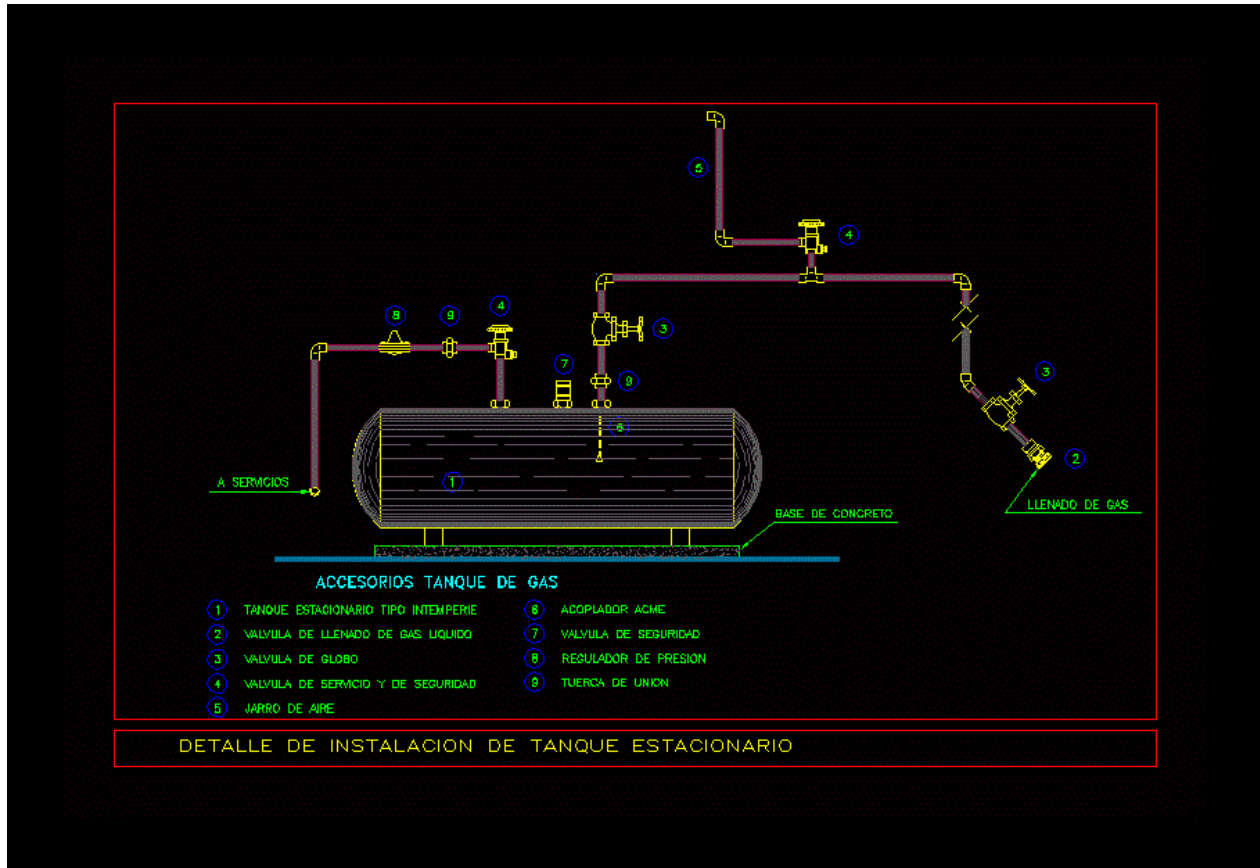
Para tanques subterráneos se tienen dos casos

## Enterrado y semi enterrado

Para el caso de los tanques enterrado la clave del tanque con respecto a la rasante del terreno debe ser mínimo de 15 cm en sitios sin circulación vehicular y de 60 cm en zonas de transito vehicular.

Para evitar fenómenos de corrosión se debe implementar protección pasiva y activa.

La máxima capacidad admitida para servicio de redes es de 1000 galones líquidos.



### 7.2. 1.4. Determinación de capacidad de gas de un tanque estacionario

La capacidad se determina por dos factores que son:

Autonomía en días

Rata de vaporización.

la autonomía depende del consumo por usuario, la capacidad útil del tanque y el porcentaje de llenado.



Los tanques tienen una autonomía de un mes y se deben llenar máximo un 90% para evitar sobrepresiones y accidentes.

La capacidad útil del tanque se calcula por medio de la siguiente expresión:

$$C = \frac{A * Q}{LL}$$

donde:

C = Capacidad útil del tanque, en galones

LL = Porcentaje de llenado, (entre 0.8 y 0.9)

Q = Consumo diario previsto, en galones

A = Autonomía en días

Para calcular la capacidad de vaporización de un tanque se requiere, disponer de la relación que involucre el tamaño de la instalación a servir, con la vaporización que éste puede generar en el medio donde se encuentre instalado.

$$Q = D * L * K * Ft * Fs$$

Donde:

Q = Capacidad de vaporización, en BTU'S/h

D = Diámetro interior del tanque, en pulgadas

L = Longitud total del tanque, en pulgadas

K = Constante para el porcentaje del volumen del líquido en el tanque

Ft = Factor de corrección por el efecto de la temperatura del medio ambiente

Fs. = Factor corrección por simultaneidad de consumos

### **7.2. 1.5. Calculo de tamaño del tqe**

Para obtener el tamaño del tanque es pertinente, en primer término, calcular la periodicidad de retanqueo para que los usuarios no corran riesgos de quedarse sin combustible y, en segundo término, determinar correctamente y desahogadamente la capacidad de vaporización natural que el tanque pueda generar; esto último dependerá, entre otros aspectos, del medio en el cual el tanque se encuentre instalado.

Para periodicidad de retanqueo deben tenerse presente que los recipientes de GPL tan solo se llenan máximo al 90% de su capacidad y la restante está destinada a almacenar vapores y no GLP líquido.

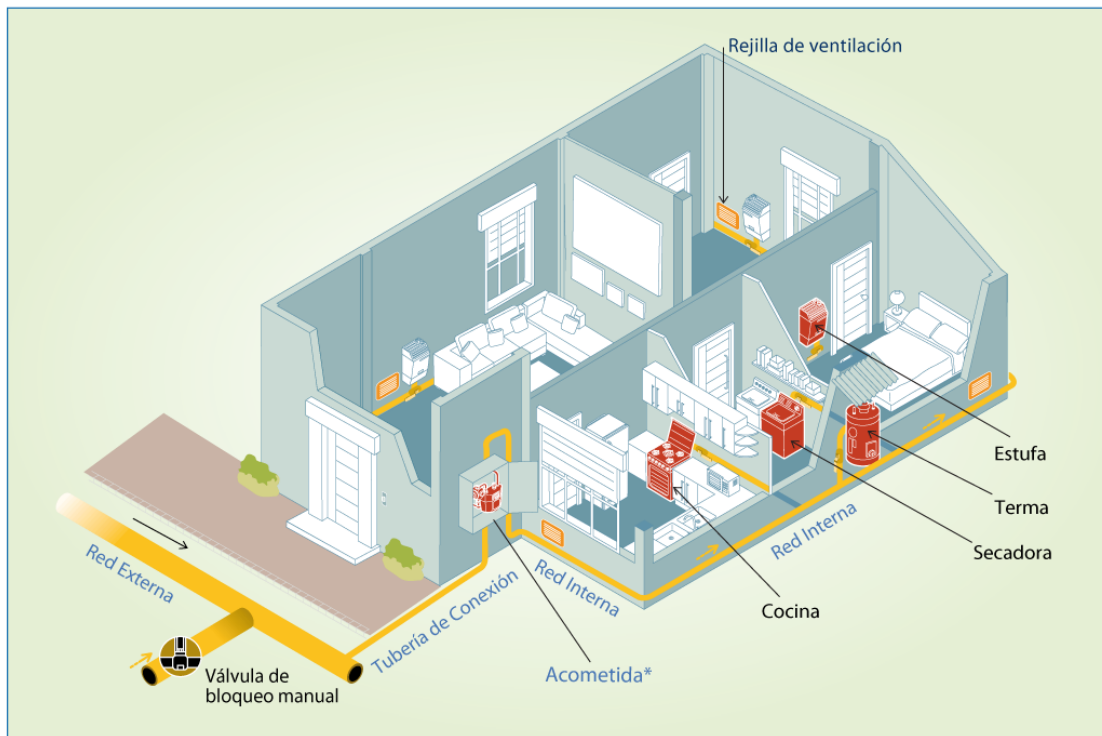
### **7.3 . Etapas de transición**

El servicio que las empresas prestan a los usuarios consiste en llevar a puerta de casa gas natural o glp, entre el punto de entrega y el punto de recibo se establece la transición entre usuario y empresa es allí donde se localiza la acometida del sistema al usuario.

Este sitio se denomina centro de medición y es el lugar donde la empresa establece los instrumentos de regulación y medición de los caudales suministrados.

Las acometidas de redes a gas están compuestas de la derivación de la red matriz un elemento de transición entre la red de polietileno y la tubería metálica.

Una acometida en general se ve de la siguiente manera.



\* La acometida incluye el medidor, los equipos de regulación, la caja de protección, los accesorios y las válvulas de protección.

Fuente: Cálida

<http://www2.osinerg.gob.pe/Pagina%20osinergmin/Gas%20Natural/Contenido/img/diagrama-de-conexi%C3%B3n-GN-en-casa.png>

cada tipo de usuario en particular tiene una acometida acorde con el consumo por parte de los equipos a gas.

En este orden tenemos acometida individual y colectiva para residencias comercio e industria.

Los grandes consumidores se identifican de la siguiente manera según la CREG

SECTOR
COMERCIAL (300 m <sup>3</sup> )
INDUSTRIAL REGULADO (25.000 m <sup>3</sup> )
INDUSTRIAL NO REGULADO (300.000 m <sup>3</sup> )

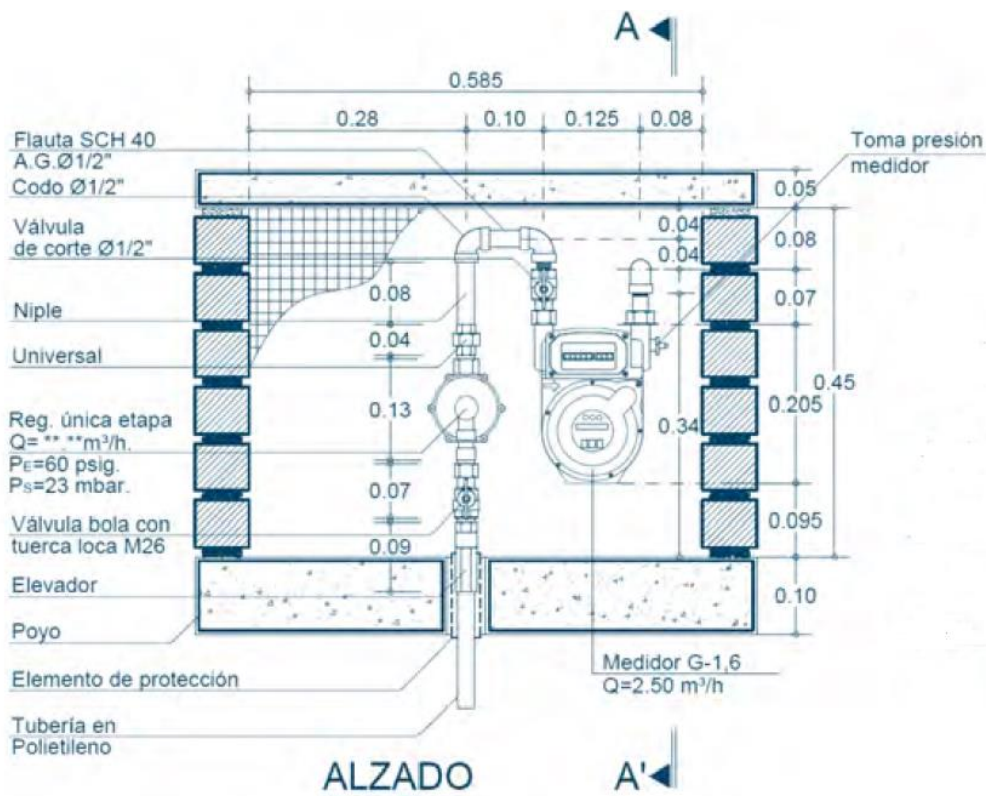
Fuente: CREG.

### 7.3.1. Acometida individual residencial única etapa de regulación

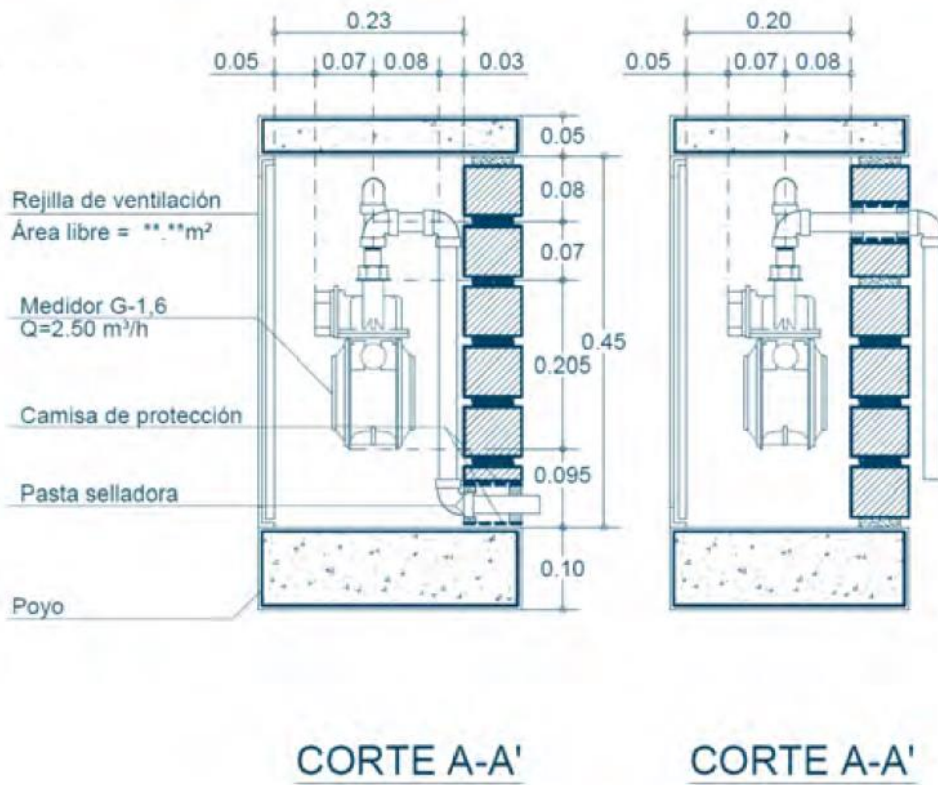
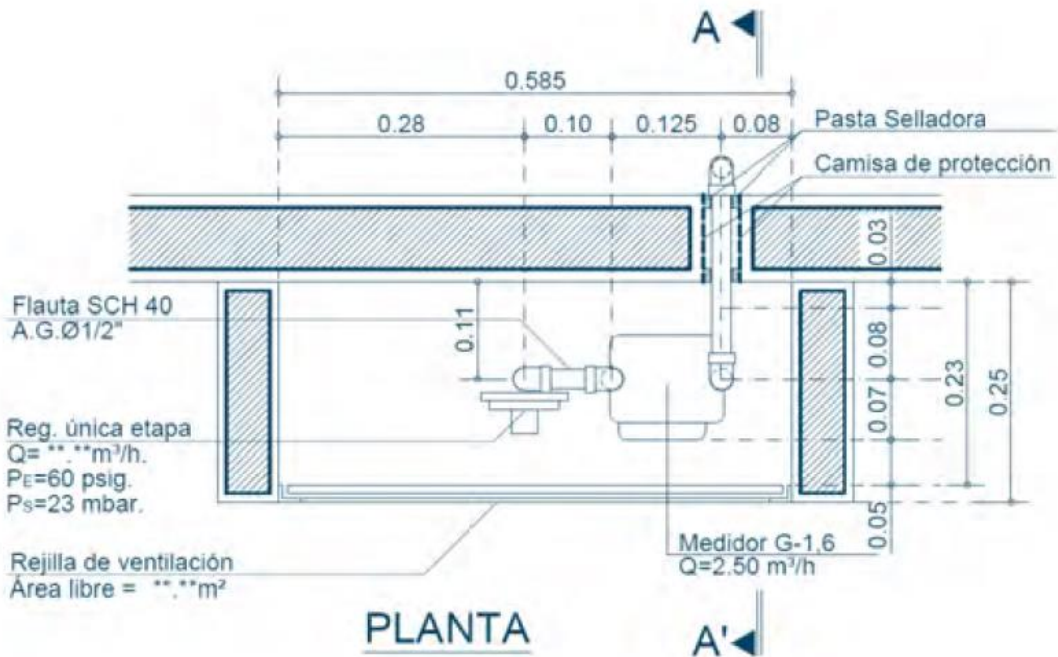
El tipo de acometida más sencilla en la actualidad es aquella donde el usuario tiene un mínimo consumo y una única etapa, para tal evento la empresa distribuidora asigna un medidor de 2.5 m<sup>3</sup>/h

Ejemplo de centro de medición usuario única etapa actualizado.

**Nota. Todos los gráficos de nichos de medición pertenecen a gas natural.**

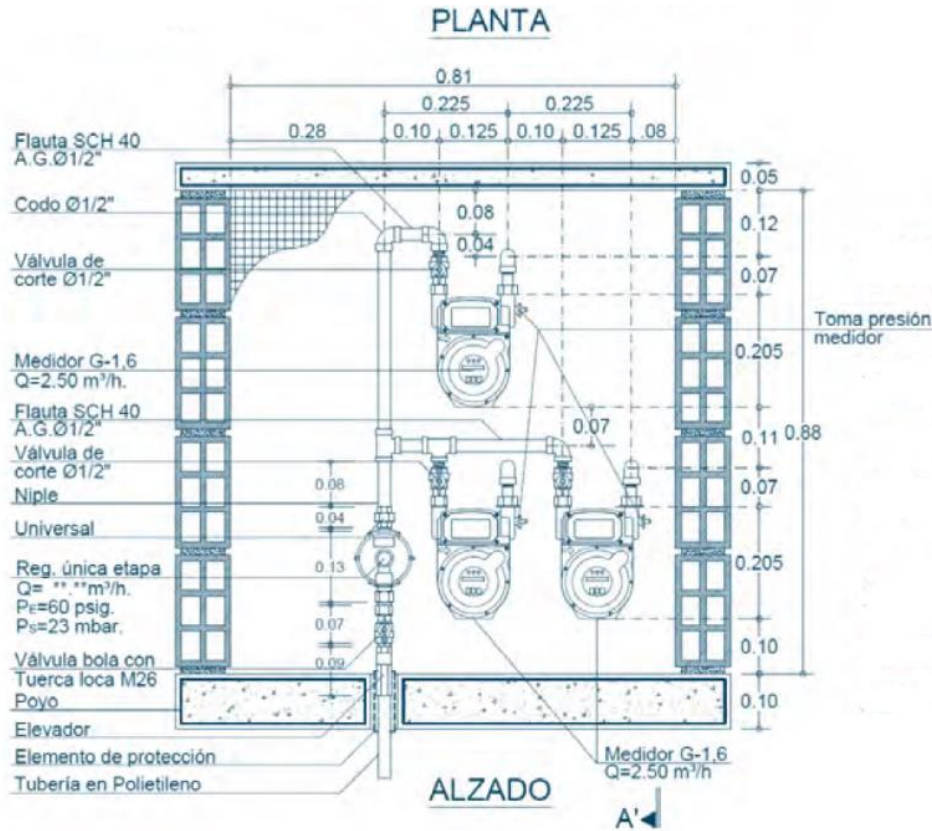


Fuente :gas natural.

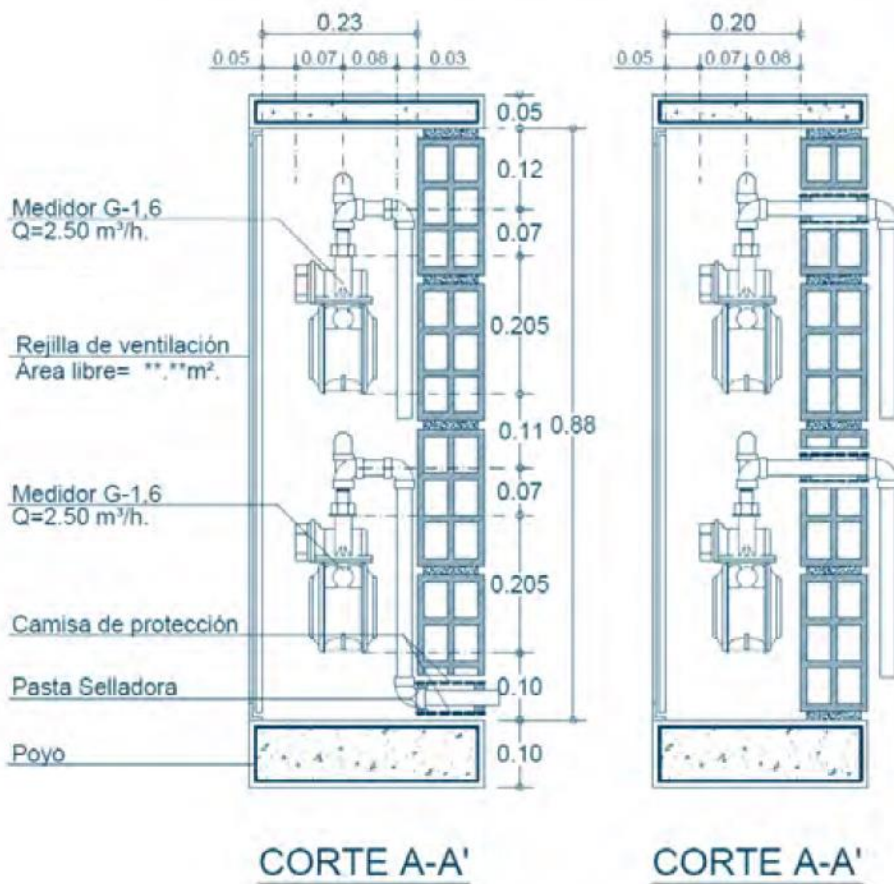
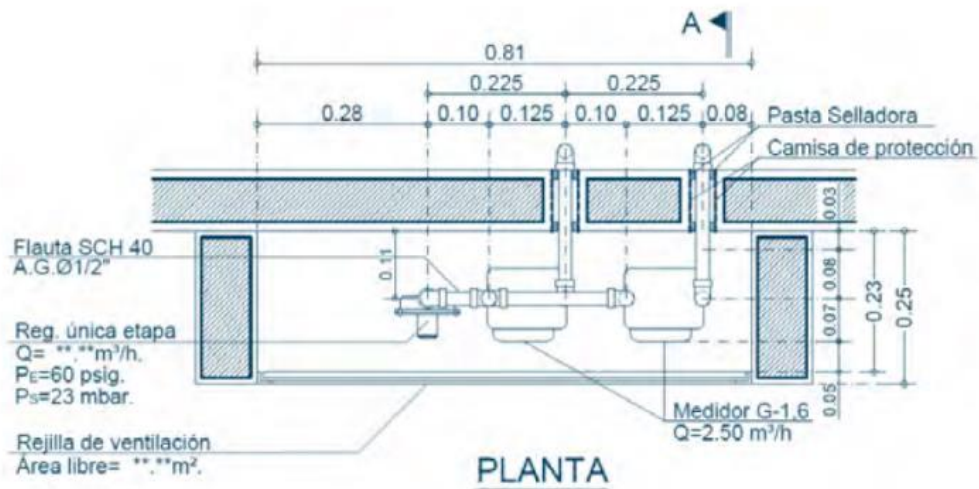


<http://www.gasnaturalfenosa.com.co/co/nueva+construccion/informacion+para+diseñadores/gestione+online/1297102598341/biblioteca+de+detalles+constructivos.html>

### 7.3.2. Acometida colectiva residencial única etapa de regulación.



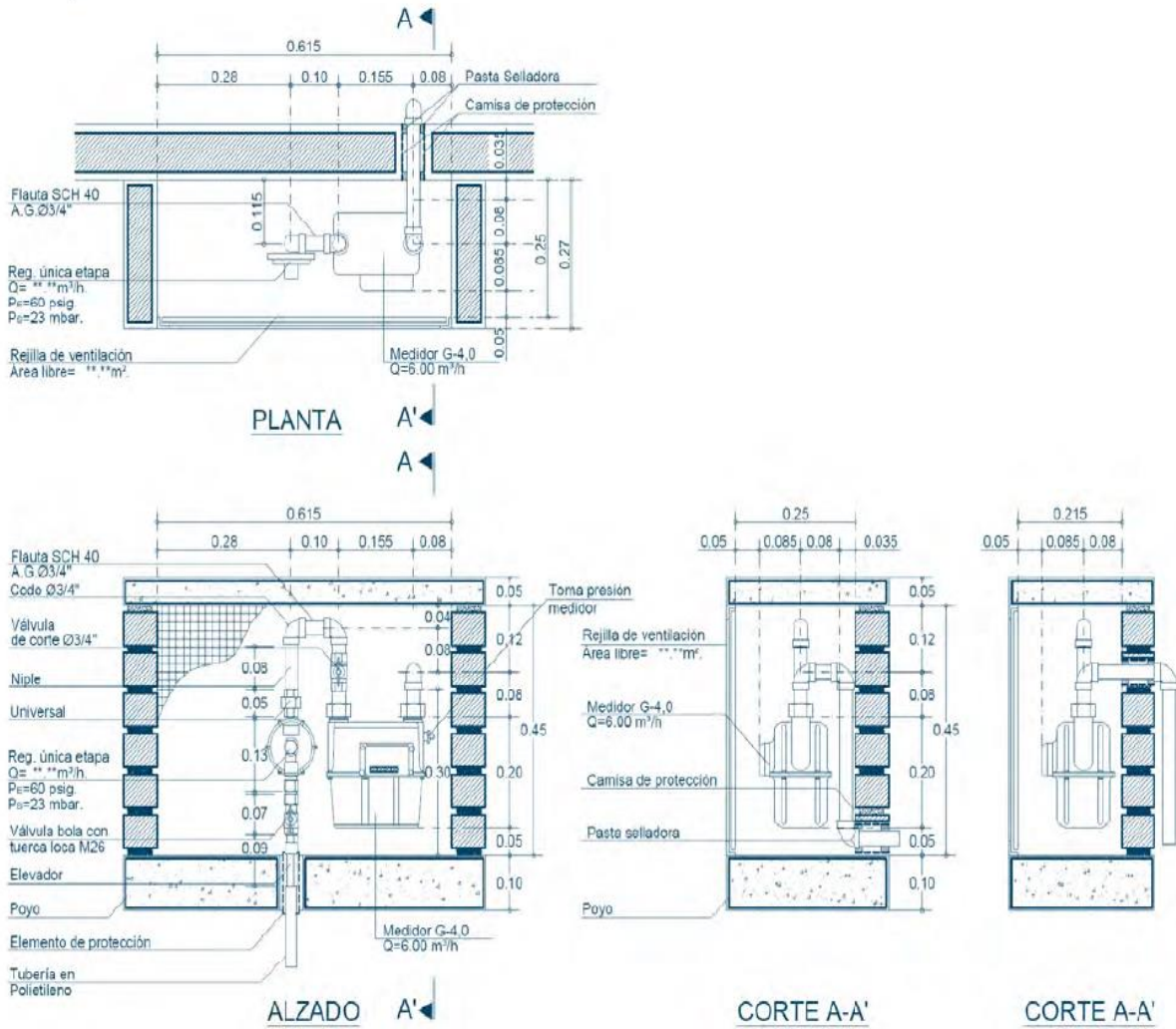




### 7.3.3. Acometida comercial.

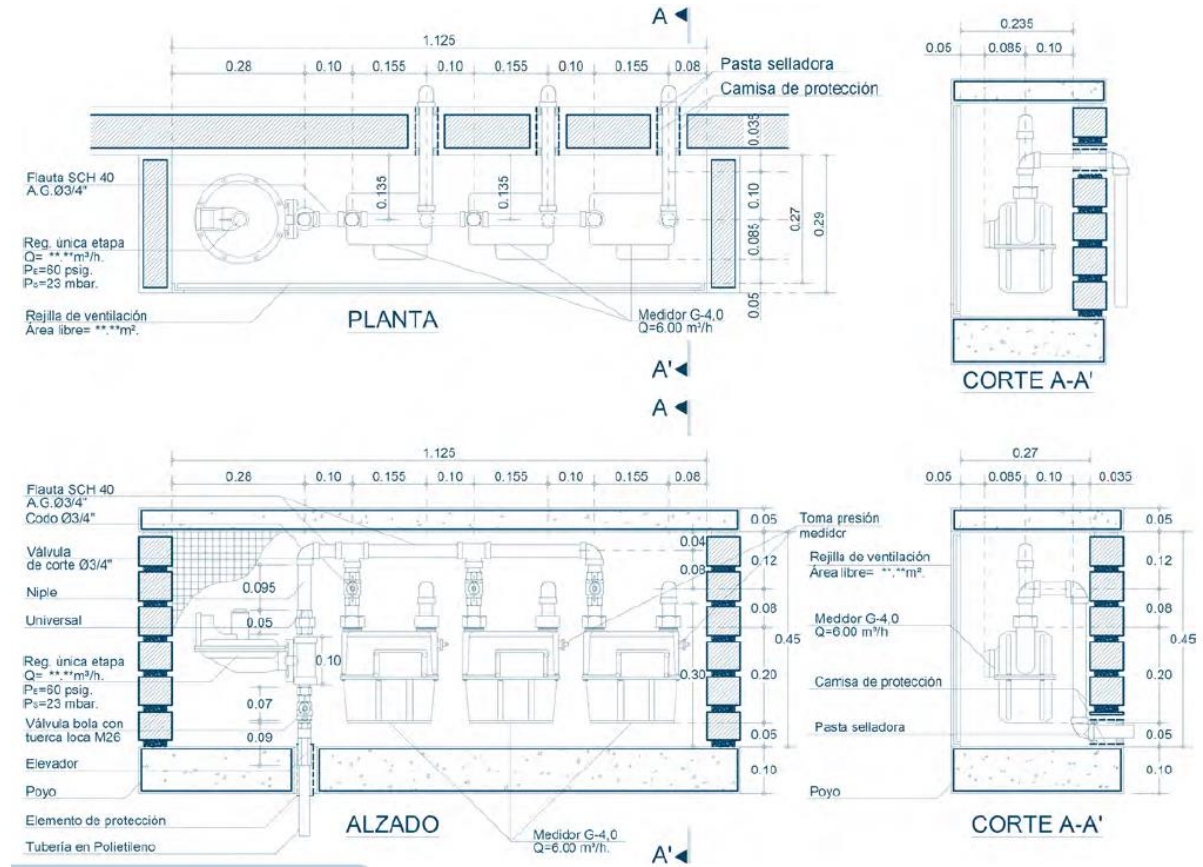
A partir de 6 m<sup>3</sup>/h se considera consumidor comercial. Puede ser individual o colectivo.

Centro de medición individual única etapa.



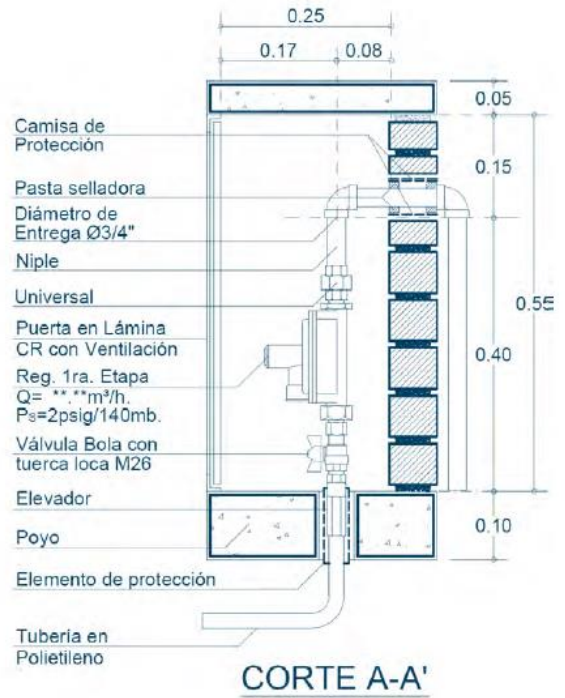
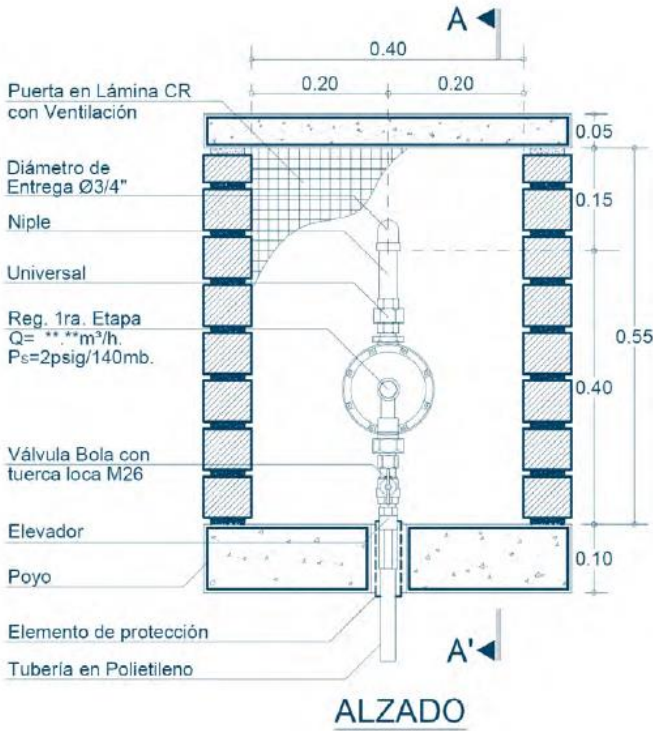


# Centro de medición colectiva única etapa.

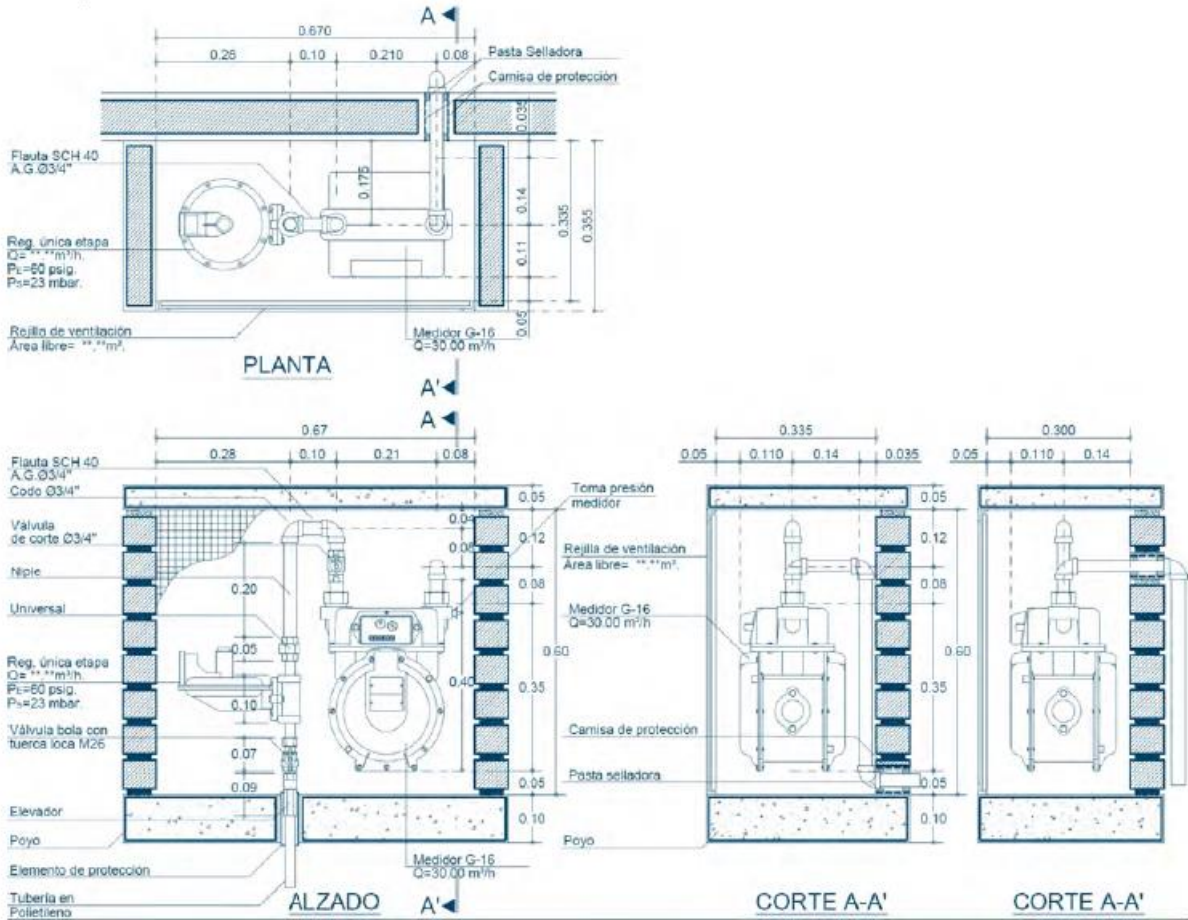


### 7.3.4. Acometida industrial

Nicho regulador 40 m<sup>3</sup>/h



# Centro de medición 25 m<sup>3</sup>/h



## **Capítulo 8**

### **8.1. Aspectos Técnicos De Seguridad En Las Instalaciones**

#### **8.1.1. Ventilación de ambientes**

Mantener recintos arquitectónicos con una renovación constante por la circulación normal de aire se denomina ventilación natural. Reciclar el aire en un recinto por efecto de aparatos mecánicos se denomina ventilación forzada.

La evacuación natural de productos de la combustión se realiza por un diferencial de temperatura entre el aire caliente y el aire frío que genera un tiro natural de circulación.

La evacuación mecánica realiza el mismo trabajo por tiro forzado.

Existen dos diferenciaciones en cuanto al tema relacionado con el mantenimiento de un aire puro libre de gases tóxicos, productos de la combustión que generan los equipos a gas.

Unas es la evacuación de productos de la combustión y otra es la ventilación de los recintos.

Para la ventilación y evacuación se implementaron las normas NTC 3631 y NTC 3833. En estas normas se orientan los requisitos necesarios para mantener limpio de gases tóxicos los espacios donde funcionan los equipos a gas.

## **8.1.2. Manejo de la ventilación**

### **8.1.2.1. Ventilación de los espacios confinados**

#### **Espacio confinado**

Está definido por la relación de espacios menores a  $3.6\text{m}^3/\text{KW}$  instalado de potencia en el equipo a gas

#### **Espacio no confinado**

Está definido por la relación de espacio mayor a  $3.6\text{ m}^3 * \text{KW}$  instalado de potencia en el equipo a gas.

Un espacio confinado puede tomar aire de renovación desde recintos adyacentes dentro de la misma edificación o desde el exterior.

Toma de aire desde espacios adyacentes solo para gases más densos que el aire.

Para combinar el espacio donde se alojan los equipos a gas con un recinto adyacente dentro de la misma edificación se deben estimar aberturas inferior y superior con área mínima de  $645\text{ cm}^2$  o  $22\text{ cm}^2$  por cada kW de potencia en el equipo a gas instalado en el recinto. La cota superior de abertura cerca al techo debe esta mínimo a 1.8 m de altura de la cota de piso terminado y la abertura inferior debe comenzar a más de 30 cm de la cota del piso terminado. En todo caso ningún lado de la abertura podrá ser menor a 8 cm.

#### **Toma de aire de espacios exteriores.**

#### **Dos aberturas permanentes o ductos verticales**

Para tomar aire de espacios conectados al exterior se deben estimar aberturas inferior y superior con área mínima de  $6\text{ cm}^2$  por cada kW de potencia en el equipo a gas instalado en el recinto. La cota superior de abertura cerca al techo debe esta mínimo a 1.8 m de altura de la cota de piso

terminado y la abertura inferior debe comenzar a más de 30 cm de la cota del piso terminado. En todo caso ningún lado de la abertura podrá ser menor a 8 cm.

### **Ductos horizontales**

Para tomar aire de espacios conectados al exterior por ductos horizontales se debe estimar 11 cm<sup>2</sup> por cada kW de potencia en el equipo a gas instalado en el recinto. La cota superior de abertura cerca al techo debe estar mínimo a 1.8 m de altura de la cota de piso terminado y la abertura inferior debe comenzar a más de 30 cm de la cota del piso terminado.

### **Evacuación por una sola abertura para gases menos densos que el aire**

Debe dimensionar aberturas que cumplan con la condición de 11 cm<sup>2</sup> \* cada KW instalado de potencia en los equipos a gas.

La pérdida de área de ventilación por acosa de las rejillas con malla debe suplirse con el aumento de 33 mm en la abertura de las áreas de ventilación.

#### **8.1.3. Evacuación de gases de la combustión**

Una vez comprendido la dinámica de la ventilación, se analizan las condiciones mínimas para la evacuación de gases de la combustión por medio de ductos conectados al exterior desde los equipos a gas, De acuerdo a la norma NTC 3833.

Para la evacuación de gases de la combustión es importante tener en cuenta la clasificación de los equipos de combustión de acuerdo a la manera como evacuan los gases productos de la combustión, se debe tener como referencia la resolución 1023 de mayo de 2004.

En todo caso se tendrá en cuenta las siguientes tablas.

Equipos tipo 1 y 2 con conexión directa sencilla hacia el exterior por tiro natural y mecánica respectivamente.

H m	L m	Diámetro nominal (D) mm								
		76			102			127		
		Potencia total instalada - Mj/h								
		MEC	MEC	NAT	MEC	MEC	NAT	MEC	MEC	NAT
min.	max	max	min.	max	max	min.	max	max		
4,6	0,0	0	99	61	0	201	118	0	345	197
	0,6	12	73	51	16	143	96	21	238	158
	1,5	23	69	47	32	137	82	41	231	150
	3,1	31	62	43	42	126	86	54	217	142
	4,6	37	56	39	51	118	80	64	206	135
6,1	0,0	0	102	64	0	213	125	0	368	213
	0,6	11	79	54	15	157	105	19	264	175
	1,5	22	75	51	31	151	101	40	255	169
	3,1	30	67	48	40	140	94	53	241	158
	4,6	36	61	42	49	131	89	62	229	150

tabla 56. Distancias con respecto a edificaciones y entre tanques.

## **Capítulo 9**

### **9.1 Ejemplos de aplicacion**

#### **9.1.1 EJEMPLO DE APLICACIÓN 1**

##### **9.1.1 CARACTERISTICAS PRINCIPALES**

DISEÑO DE RED A BAJA PRESION

TIPO DE USUARIO: INDIVIDUAL

REGULACION: UNICA ETAPA

TIPO DE EDIFICACION: EDIFICIO MULTIFAMILIAR

NUMERO DE PISOS: 5



## DISEÑO ARQUITECTONICO: APARTAMENTO TIPO



<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/1e/44/c6/1e44c6d18622a5f85ed2d0e0261346e9.jpg>

### 9.1.2. Características específicas

TIPO DE GAS: GAS NATURAL

PRESION DE SERVICIO GENERAL: 18 BMAR

PERDIDA ADMITIDA EN TRAMO: 5% DE LA PRESION DE SERVICIO.

TIPO DE TUBERIA: ACERO GALVANIZADO SERIE CEDULA 40

CANTIDAD DE EQUIPOS A GAS

1 ESTUFA DE 4 PUESTOS

# 1 CALENTADOR DE ACUMULACION CONCAPACIDA DE 30 GL DE AGUA.

POTENCIA INSTALADA: M3/H

RECURSOS DE DISEÑO

TABLA DE LONGITUDES EQUIVALENTES

FORMULA DE POLE PARA DISEÑOSA BAJA PRESION.

ROTULO GASODOMESTICO UTILIZADOS.

FORMULA DE CONVERSION PARA CAPACIDAD ENERGETICA DE EQUIPOS A GAS

DISTRIBUCION ARQUITECTONICA APARTAMENTO TIPO

DISEÑO ISOMETRICO DE ACUERDO A LA NTC 2505

## 9.1.3. Procedimiento.

### 9.1.3.1.. Calcular la potencia instalada de los gasodomicos

#### 1. ESTUFA 7.38 KW. MARCA CHALLENGER

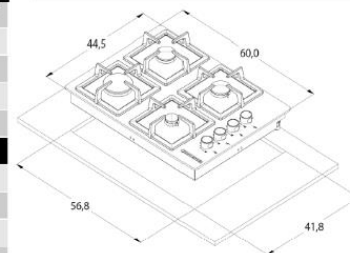


CARACTERÍSTICAS DE PRODUCTO	
Línea	Serie Cristal Squadra
Referencia Industrial	1.6759.20
Código EAN	7707061094225
Tipo de aparato	Cocina de empotrar
	reglada gas natural
	para uso doméstico
Acabado	Vidrio negro (.20)

Toda la información presentada en esta ficha técnica esta sujeta a cambios sin previo aviso

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Tension de alimentación	120 V a. c.
Frecuencia eléctrica	50/60 Hz
Presión nominal gas	20 mbar GN / 29 mbar GLP
Potencia sistema gas natural	Dos (2) Quemadores Semi-rápidos (1.7KW) [6,11 MJ/h] Un (1) Quemador Auxiliar (1.09KW) [3,95 MJ/h] Un (1) Quemador Rápido (2.89KW) [10,42 MJ/h]
Potencia nominal gas natural	7,38 KW [26,59 MJ/h]
Parrillas	Cuatro (4) De hierro fundido con soportes antideslizantes de alta resistencia a la temperatura
Numero de puestos	Cuatro (4)
Categoría	II 2H3BP
Tipo	A
Controles	Cuatro (4) Parrillas laterales metálicas para controlar potencia de los quemadores.
DIMENSIONES DE EMPAQUE	
Largo	63,4 cm
Ancho	43,9 cm
Alto	11,3 cm
Peso neto	11 Kg
Peso bruto	12 Kg

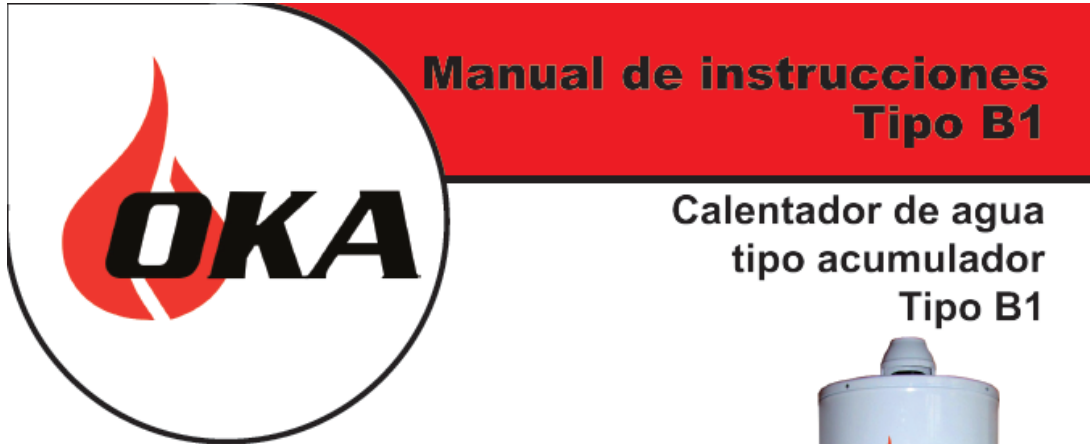
VENTAJAS COMPETITIVAS	
Quemadores Italianos SABAF: alta eficiencia de última generación que reduce tiempos de cocción y ahorra gas.	
Parrillas metálicas de alta disipación de calor con diseño ergonómico y empaque anti-derrames	
Parrillas en hierro fundido con soportes antideslizantes de alta resistencia a la temperatura	
Encendido electrónico incorporado	
Empaque Anti-derrames de alta resistencia a la temperatura que evita filtraciones dentro de la cocina.	
Cubierta en vidrio templado de seguridad con bordes rectos y cantos redondeados	
Película de seguridad interna en aluminio para proteger al vidrio	



Medidas en cm

**CHALLENGER**

## 2. CALENTADOR ACUMULADOR 16 KW MARCA OKA.




### Calentador de agua tipo acumulador Tipo B1

Este manual contiene:

1. Advertencias preliminares.
2. Parámetros técnicos.
3. Instrucciones técnicas para la instalación, ajuste y mantenimiento.
4. Instrucciones de uso y mantenimiento.
5. Instrucciones para conversión a diferentes gases.

Lea las instrucciones antes de instalar y poner en funcionamiento este calentador.



Para el uso de este calentador se requiere mezclar en la ducha. Al mezclar el agua caliente con agua fría y luego al agua caliente, hasta lograr la temperatura deseada. El uso excesivo de agua caliente puede ocasionar quemaduras.

Este calentador debe instalarse en un sitio independiente a los locales de vivienda y provisto de una ventilación apropiada directamente al exterior.

Este calentador requiere un conducto de evacuación de los productos de la combustión conforme a la NTC 3833-1. Actualización: 2002-03-11

**Garantía 18 meses**



**AR7.8LM**

**AR35GA**



**AR14GA**



## 2. Parámetros técnicos

 <b>PARÁMETROS TÉCNICOS</b>	
NOMBRE DEL FABRICANTE:	Desarrollo de Productos S.A.
DENOMINACIÓN COMERCIAL:	Calentador de agua tipo acumulador de alta recuperación
PAÍS DE FABRICACIÓN:	México
No. DE SERIE:	
CATEGORÍA:	IbH38/P
TIPO:	B1
TIPO DE GAS:	Gas Natural
PRESIÓN DE GAS:	20 mbar
POTENCIA NOMINAL:	16 kW - 57,6 MJ/h
CAPACIDAD NOMINAL:	Ver tabla No. 1
MÍNIMA PRESIÓN DE AGUA:	10 PSI
MÁXIMA PRESIÓN DE AGUA:	90 PSI
TENSIÓN:	1.5 V.D.C.
<small>Los valores declarados están dados a condiciones de referencia.</small>	
<a href="http://www.oka.com.co">www.oka.com.co</a>	

 <b>PARÁMETROS TÉCNICOS</b>	
NOMBRE DEL FABRICANTE:	Desarrollo de Productos S.A.
DENOMINACIÓN COMERCIAL:	Calentador de agua tipo acumulador de alta recuperación
PAÍS DE FABRICACIÓN:	México
No. DE SERIE:	
CATEGORÍA:	IbH38/P
TIPO:	B1
TIPO DE GAS:	Gas Propano
PRESIÓN DE GAS:	29 mbar
POTENCIA NOMINAL:	16 kW - 57,6 MJ/h
CAPACIDAD NOMINAL:	Ver tabla No. 1
MÍNIMA PRESIÓN DE AGUA:	10 PSI
MÁXIMA PRESIÓN DE AGUA:	90 PSI
TENSIÓN:	1.5 V.D.C.
<small>Los valores declarados están dados a condiciones de referencia.</small>	
<a href="http://www.oka.com.co">www.oka.com.co</a>	

MODELO	CAPACIDAD	ALTURA	FRENTE	PROFUNDIDAD	DIÁMETRO	PESO CON AGUA
AR7.8LM	23 L - 6 GI	101,5 cm	33 cm	33 cm	---	39,8 kg
AR35GA	132 L - 35 GI	155,5 cm	---	---	43 cm	181,9 kg
AR14GA	180 L - 47 GI	147,5 cm	---	---	56 cm	243,4 kg

## CONSUMO DE GAS

Estufa = 7.38 Kw

calentador = 16 Kw

$$\sum \text{cal} + \text{est} = 7.38 \text{ Kw} + 16 \text{ Kw} = 23.38 \text{ Kw}$$

*Formula*

$$\text{potencia} = \frac{\text{Kw}}{h} * \frac{\text{BTU}}{\text{Kw}} * \frac{\text{Pie}^3}{\text{btu}} * \frac{\text{m}^3}{\text{Pie}^3}$$

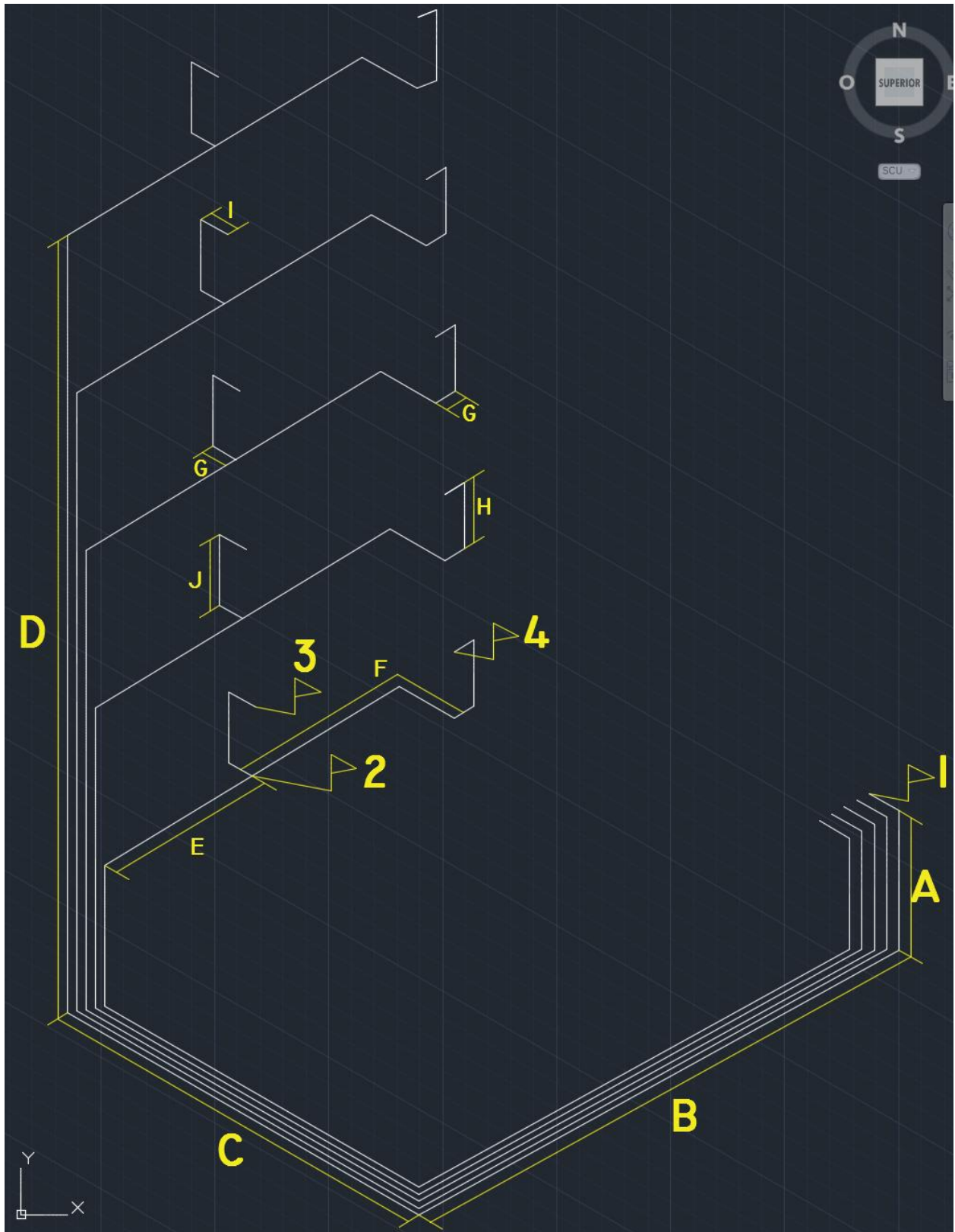
$$\text{potencia} = \frac{23.38 \text{ Kw}}{h} * \frac{3412 \text{ BTU}}{\text{Kw}} * \frac{\text{Pie}^3}{1000 \text{ BTU}} * \frac{\text{m}^3}{35.13 \text{ Pie}^3} = 2.2708 \frac{\text{m}^3}{h}$$

### 9.1.3. 2. Calcular la longitud de servicio del aparato critico.

PARA CALCULAR ESTA DISTANCIA DE ANALIZA EL ISOMETRICO Y SE ESTABLECEN LAS LONGITUDES POR TRAMO PISO A PISO CON EL APARTO MAS ALEJADO DEL CENTRO DE MEDICION.

<b>CUADRO DE LONGITUDES</b>	
<b>TRAMO</b>	<b>LONG. M</b>
<b>A</b>	<b>1.2</b>
<b>B</b>	<b>2</b>
<b>C</b>	<b>3</b>
<b>D</b>	<b>0.5</b>
<b>E</b>	<b>2</b>
<b>F</b>	<b>3</b>
<b>G</b>	<b>0.3</b>
<b>H</b>	<b>1</b>
<b>I</b>	<b>0.1</b>
<b>J</b>	<b>1.5</b>
<b>TOTAL</b>	<b>14.6</b>

tabla 57. Cuadro de longitudes ejemplo 1



Isométrico regulación em primera etapa. Fuente autor.

### 9.1.3.3. Calcular el diametro en el tramo mas largo

PARA UNA LONGITUD DE 14.6 M ANALIZAMOS EL TENTATIVAMENTE EL DIAMETRO DE LA TUBERIA

CON LA FORMULA DE POLE.

$$D = \left( \left( \frac{Q}{.00304 * C} \right)^2 * \left( \frac{G * L}{h} \right) \right)^{.2}$$

$$D = \left( \left( \frac{2.78}{.00304 * 1.65} \right)^2 * \left( \frac{.67 * 14.6}{.9} \right) \right)^{.2} = 20.17$$

DEL RESULTADO ANTERIOR VEMOS QUE CON 20.17 mm DE DIAMETRO SE PUEDE MANEJAR UN CAUDAL DE 2.78 M3/H.

SE CONSIDERA TRAMO:

-PUNTO DE ENTRADA A EQUIPO

-PUNTO DE ENTRADA A DERIVACION

-DERIVACION A DERIVACION

-DERIVACION HASTA EQUIPO

CONSULTAMOS LAS TABLAS DE FABRICANTES DE TUBERIA GALVANIZADA PARA DETERMINAR EL DIAMETRO COMERCIAL.

DIAMETRO DE 1/2" SE AJUSTA AL DISEÑO 1PULG=25.4 mm



DIÁMETRO NOMINAL NPS	DIÁMETRO EXTERIOR (Pulg.)	ESPESOR DE PARED (Pulg.)	PESO TUBO 6m NEGRO (Kg.)	PESO TUBO 6m GALVANIZADO (Kg.)	LARGO DEL TUBO (m)	GRADO	PRESIÓN DE PRUEBA (psi)	SCH
1/4"	0,540	0,088	3,780	3,962	6,00	A	700	40
3/8"	0,675	0,091	5,040	5,296	6,00	A	700	40
1/2"	0,840	0,109	7,620	7,887	6,00	A	700	40
3/4"	1,050	0,113	10,140	10,479	6,00	A	700	40
1"	1,315	0,133	15,000	15,479	6,00	A	700	40
1 1/4"	1,660	0,140	20,340	20,935	6,00	A	1200	40
1 1/2"	1,900	0,145	24,300	25,016	6,00	A	1200	40
2"	2,375	0,154	32,640	33,579	6,00	A	2300	40
2 1/2"	2,850	0,203	51,780	52,880	6,00	A	2500	40
3"	3,500	0,216	67,740	69,080	6,00	A	2500	40
4"	4,500	0,237	96,420	98,233	6,00	B	2210	40
6"	6,625	0,280	169,560	172,271	6,00	B	1780	40
8"	8,625	0,322	255,300	258,721	6,00	B	1570	40
10"	10,750	0,365	361,740	366,215	6,00	B	1430	40
12"	12,750	0,406	478,200	483,592	6,00	B	1340	40
16"	16,000	0,500	739,800	746,235	6,00	B	1310	40
20"	20,000	0,500	930,720	938,871	6,00	B	1050	30
24"	24,000	0,500	1121,640	1131,507	6,00	B	880	XS

tabla 58. Valores comerciales tubería en acero galvanizado

<http://tuboscolmena.com/colmena/wp-content/uploads/2016/06/ConduccionGas-03.pdf>

#### 9.1.3.4. Análisis de longitudes equivalentes

TABLA PARA CLACULO DE LONGITUDES EQUIVALENTES										
LE=D*K1-K2	CODOS 45°		CODOS RECTOS					TEES DE PASO		
FACTOR	ROSCADO	SOLDADO	CORTO	MEDIO	R/D=1	R/D=8	R/D=6	DIRECTA	LATERAL	
K1	0.0138	0.0617	0.0298	0.0248	0.0163	0.0123	0.0092	0.02	0.0598	
K2	0.011	0.1111	0.029	0.0796	0.0249	0.02	0.0146	0.0741	0.2045	
DIAMETROS										
mm	9.5	16.4	22.2	27.7	36.9	42.5	53.5	60.24	78.4	102.3

tabla 59. Tabla para claculo de longitudes equivalentes

FORMULA PARA EL CALCULO DE LAS LONGITUDES EQUIVALENTES

$$LE = \phi_{mm} * K_1 - K_2$$

SE CUENTAN LOS ACCESORIOS DE ACUERDO CON EL RECORRIDO ISOMETRICO.

DIAMETRO 1/2"

CODOS RECTOS MEDIOS 10

$$LE = \phi_{mm} * K_1 - K_2$$

$$LE = 10(16.4 * .0248 - .0796) = 3.2712$$

TEES 1 TEE DE PASO BILATERAL

$$LE = \phi_{mm} * K_1 - K_2$$

$$LE = 1(16.4 * .0598 - .2045) = 0.77622$$

**9.1.3.5. Calculo longitud total.**

$$LOG. TOTAL = LONG. ACCESORIOS + LONG. TUBERIA RECTA$$

$$L_{TOTAL} = 14.6 + 3.2712 + .77 = 18.641m$$

### 9.1.3.6. Comprobacion del diametro.

$$D = \left( \left( \frac{2.78}{.00304 * 1.65} \right)^2 \left( \frac{.67 * 18.641}{.9} \right) \right)^{.2} = 21.18$$

SE ADMITE INICIAR CON ½"

### 9.1.3.7.. Análisis de tramos

DE ACUERDO CON LA DEFINICION DE TRAMO, SE ANALIZAN LAS CANTIDADES DE TRAMOS EN EL ISOMETRICO, EN CADA PUNTO DE CONSUMO O DERIVACION SE COLOCA UN BANDERIN DE REFERENCIA. ASI TENEMOS

TRAMO 1-2

TRAMO 2-3

TRAMO 2-4

PRIMER TRAMO

1-2

LONGITUD RECTA

CUADRO DE LONGITUDES	
TRAMO	LONG. M
A	1.2
B	2
C	3
D	0.5
E	2
LONG m	8.7

tabla 60. Cuadro de longitudes ejemplo 2

### LONGITUD EQUIVALENTE

TABLA PARA CLACULO DE LONGITUDES EQUIVALENTES										
LE=D*K1-K2	CODOS 45°		CODOS RECTOS					TEES DE PASO		
FACTOR	ROSCADO	SOLDADO	CORTO	MEDIO	R/D=1	R/D=8	R/D=6			
K1	0.0138	0.0617	0.0298	0.0248	0.0163	0.0123	0.0092	0.02	0.0598	
K2	0.011	0.1111	0.029	0.0796	0.0249	0.02	0.0146	0.0741	0.2045	
	3/8"	1/2"	3/4"	1	1- 1/4"	1- 1/2"	2	2- 1/2"	3	4
DIAMETROS mm	9.5	16.4	22.2	27.7	36.9	42.5	53.5	60.24	78.4	102.3
CANTIDAD				5						
LOGN EQUIV.				1.6356						

tabla 61. Tabla para claculo de longitudes equivalentes

### LONG. TOTAL

LONG. TOTAL	
RECTA	8.7
EQUIV	1.63
TOTAL	10.33

tabla 62. Longitud total

## ANALISIS DE PERDIDAS DE PRESION

CONSUMO EN EL TRAMO

2.27 M3/H

DIAMETRO EN mm

16.4 mm

CALCULO DE LA PERDIDA

$$H = \left( \frac{2.27}{.00304 * 1.65} \right)^2 \left( \frac{.67 * 10.33}{16.4^5} \right) = 1.1948$$

PORCENTAJE ADMITIDO 5%

$$\frac{1.1948 \text{ mbar}}{18 \text{ mbar}} = 6.6378 \times 10^{-2} \text{ mbar}$$

**NO CUMPLE**

SE RETOMA EL DIAMETRO A 3/4"

SE CONSERVA LA DISTANCIA Y SE INCREMENTA LA LONGITUD EQUIVALENTE.

TABLA PARA CLACULO DE LONGITUDES EQUIVALENTES										
LE=D*K1-K2	CODOS 45°		CODOS RECTOS					TEES DE PASO		
FACTOR	ROSCADO	SOLDADO	CORTO	MEDIO	R/D=1	R/D=8	R/D=6			
K1	0.0138	0.0617	0.0298	0.0248	0.0163	0.0123	0.0092	0.02	0.0598	
K2	0.011	0.1111	0.029	0.0796	0.0249	0.02	0.0146	0.0741	0.2045	
	3/8"	1/2"	3/4"	1	1- 1/4"	1- 1/2"	2	2- 1/2"	3	4
DIAMETROS mm	9.5	16.4	22.2	27.7	36.9	42.5	53.5	60.24	78.4	102.3
CANTIDAD				5						
LOGN EQUIV.				1.71						

tabla 63. Tabla para claculo de longitudes equivalentes

LONG. TOTAL

LONG. TOTAL	
RECTA	8.7
EQUIV	1.71
TOTAL	10.41

tabla 64. Longitud total

## ANALISIS DE PERDIDAS DE PRESION

### CONSUMO EN EL TRAMO

2.27 M3/H

### DIAMETRO EN mm

22.2 mm

### CALCULO DE LA PERDIDA

$$H = \left( \frac{2.27}{.00304 * 1.65} \right)^2 \left( \frac{.67 * 10.41}{22.2^5} \right) = 0.26491$$

### PORCENTAJE ADMITIDO 5%

$$\frac{0.26491 \text{ mbar}}{18 \text{ mbar}} * 100 = 1.4717\%$$

## CUMPLE

Presión final = presión de servicio inicial – pérdida en el tramo  
 $18 \text{ mbar} - .026491 \text{ mbar} = 17.974 \text{ mbar}$

Perdida .0264 mbar

Perdida acumulada 1.471 %

Presión inicial 18 mbar

Presión final 17.97

SEGUNDO TRAMO

2-4

LONGITUD RECTA

CUADRO DE LONGITUDES	
TRAMO	LONG. M
F	3
G	0.3
I	0.1
J	1.5
TOTAL	4.9

tabla 65. Cuadro de longitudes

LONGITUD EQUIVALENTE

TABLA PARA CLACULO DE LONGITUDES EQUIVALENTES										
LE=D*K1-K2	CODOS 45°		CODOS RECTOS					TEES DE PASO		
FACTOR	ROSCADO	SOLDADO	CORTO	MEDIO	R/D=1	R/D=8	R/D=6			
K1	0.0138	0.0617	0.0298	0.0248	0.0163	0.0123	0.0092	0.02	0.0598	
K2	0.011	0.1111	0.029	0.0796	0.0249	0.02	0.0146	0.0741	0.2045	
	3/8"	1/2"	3/4"	1	1- 1/4"	1- 1/2"	2	2- 1/2"	3	4
DIAMETROS mm	9.5	16.4	22.2	27.7	36.9	42.5	53.5	60.24	78.4	102.3
CANTIDAD				4				1	1	
LOGNEQUIV.				1.30848				0.2539		
1.56238										

tabla 66. Tabla para claculo de longitudes equivalentes



LONG. TOTAL

LONG. TOTAL	
RECTA	4.9
EQUIV	1.56238
TOTAL	6.46238

tabla 67. Longitud total

ANALISIS DE PERDIDAS DE PRESION

CONSUMO EN EL TRAMO

1.54 M3/H

DIAMETRO EN mm

16.4 mm

CALCULO DE LA PERDIDA

$$H = \left( \frac{1.54}{.00304 * 1.65} \right)^2 \left( \frac{.67 * 10.41}{16.4^5} \right) = 0.55416$$

PORCENTAJE ADMITIDO 5%

$$\frac{0.55416 \text{ mbar}}{18 \text{ mbar}} = 3.0787 \times 10^{-2} \text{ mbar}$$

ANALISIS DE PERDIDAS DE PRESION

CONSUMO EN EL TRAMO

1.54 M3/H

DIAMETRO EN mm

16.4 mm

CALCULO DE LA PERDIDA

$$H = \left( \frac{1.54}{.00304 * 1.65} \right)^2 \left( \frac{.67 * 10.41}{16.4^5} \right) = 0.55416$$

PORCENTAJE ADMITIDO 5%

$$\frac{0.55416 \text{ mbar}}{18 \text{ mbar}} * 100 = 3.0787\%$$

Presión final = presión de servicio acumulada – pérdida en el tramo  
 $17.97 \text{ mbar} - 0.55416 \text{ mbar} = 17.416 \text{ mbar}$

Perdida .55 mbar

Perdida acumulada

$$1.471\% + 3.0787\% = 4.5497\%$$

Presión inicial 17.97 mbar

Presión final 17.41

---

Tercer TRAMO

2-3

LONGITUD RECTA

CUADRO DE LONGITUDES	
TRAMO	LONG. M
G	0.3
I	0.1
J	1.5
<b>TOTAL</b>	<b>1.9</b>

tabla 68. cuadro de longitudes

LONGITUD EQUIVALENTE

TABLA PARA CLACULO DE LONGITUDES EQUIVALENTES										
LE=D*K1-K2	CODOS 45°		CODOS RECTOS					TEES DE PASO		
FACTOR	ROSCADO	SOLDADO	CORTO	MEDIO	R/D=1	R/D=8	R/D=6			
K1	0.0138	0.0617	0.0298	0.0248	0.0163	0.0123	0.0092	0.02	0.0598	
K2	0.011	0.1111	0.029	0.0796	0.0249	0.02	0.0146	0.0741	0.2045	
	3/8"	1/2"	3/4"	1	1- 1/4"	1- 1/2"	2	2- 1/2"	3	4
DIAMETROS mm	9.5	16.4	22.2	27.7	36.9	42.5	53.5	60.24	78.4	102.3
CANTIDAD				2				1	1	
LOGN EQUIV.				0.65424				0.2539		
0.90814										

tabla 69. Tabla para claculo de longitudes equivalentes

LONG. TOTAL

LONG. TOTAL	
RECTA	1.9
EQUIV	0.90814
<b>TOTAL</b>	<b>2.80814</b>

tabla 70. Longitud total

ANALISIS DE PERDIDAS DE PRESION

CONSUMO EN EL TRAMO

.71 M3/H

DIAMETRO EN mm

16.4 mm

CALCULO DE LA PERDIDA

$$H = \left( \frac{0.71678}{.00304 * 1.65} \right)^2 \left( \frac{.67 * 2.80}{16.4^5} \right) = 0.03229$$

PORCENTAJE ADMITIDO 5%

$$\frac{0.03229 \text{ mbar}}{18 \text{ mbar}} * 100 = 0.17939\%$$

ANALISIS DE PERDIDAS DE PRESION

CONSUMO EN EL TRAMO

.71 M3/H

DIAMETRO EN mm

16.4 mm

CALCULO DE LA PERDIDA

$$H = \left( \frac{0.71678}{.00304 * 1.65} \right)^2 \left( \frac{.67 * 2.80}{16.4^5} \right) = 0.03229$$

PORCENTAJE ADMITIDO 5%

$$\frac{0.03229\text{mbar}}{18\text{mbar}} * 100 = 0.17939\%$$

Presión final = presión de servicio acumulada – pérdida en el tramo  
 $17.97\text{mbr} - 0.03229\text{mbr} = 17.938\text{mbr}$

Perdida .03 mbar

Perdida acumulada

$$1.471\% + .0329\% = 1.5039\%$$

Presión inicial 17.97 mbar

Presión final 17.938

Se finaliza comprobando velocidad

## **9.1.2. Ejemplo de aplicación 2**

### **9.1.2.1. Características principales**

DISEÑO DE RED A BAJA PRESION

TIPO DE USUARIO: MULTIPLE

REGULACION: UNICA ETAPA

TIPO DE EDIFICACION: EDIFICIO MULTIFAMILIAR

NUMERO DE PISOS: 5

NUMERO DE USUARIOS: 5

DISEÑO ARQUITECTONICO: APARTAMENTO TIPO



<https://s-media-cache->

<ak0.pinimg.com/originals/1e/44/c6/1e44c6d18622a5f85ed2d0e0261346e9.jpg>

### **9.1.2.3. Características específicas.**

TIPO DE GAS: GAS NATURAL

PRESION DE SERVICIO GENERAL: 18 BMAR

PERDIDA ADMITIDA EN TRAMO: 5% DE LA PRESION DE SERVICIO.

TIPO DE TUBERIA: ACERO GALVANIZADO SERIE LIVIANA

CANTIDAD DE EQUIPOS A GAS

1 ESTUFA DE 4 PUESTOS

1 CALENTADOR DE ACUMULACION CONCAPACIDA DE 30 GL DE AGUA.

POTENCIA INSTALADA: M3/H

RECURSOS DE DISEÑO

TABLA DE LONGITUDES EQUIVALENTES

FORMULA PARA COEFICIENTES DE SIMULTANEIDAD

FORMULA DE POLE PARA DISEÑOS A BAJA PRESION.

ROTULO GASODOMESTICO UTILIZADOS.

FORMULA DE CONVERSION PARA CAPACIDAD ENERGETICA DE EQUIPOS A GAS

DISTRIBUCION ARQUITECTONICA APARTAMENTO TIPO

DISEÑO ISOMETRICO DE ACUERDO A LA NTC 2505

#### **9.1.2.4. Procedimiento.**

##### **9.1.2.3.1. Calcular la potencia instalada de los Gasodomesticos.**





## 2. Parámetros técnicos

 <b>PARÁMETROS TÉCNICOS</b>	
NOMBRE DEL FABRICANTE:	Desarrollo de Productos S.A.
DENOMINACIÓN COMERCIAL:	Calentador de agua tipo acumulador de alta recuperación
PAÍS DE FABRICACIÓN:	México
No. DE SERIE:	
CATEGORÍA:	II2H3B/P
TIPO:	B1
TIPO DE GAS:	Gas Natural
PRESIÓN DE GAS:	20 mbar
POTENCIA NOMINAL:	16 kW - 57,6 MJ/h
CAPACIDAD NOMINAL:	Ver tabla No. 1
MÍNIMA PRESIÓN DE AGUA:	10 PSI
MÁXIMA PRESIÓN DE AGUA:	90 PSI
TENSIÓN:	1.5 V.D.C.
<small>Los valores declarados están dados a condiciones de referencia.</small>	
<a href="http://www.oka.com.co">www.oka.com.co</a>	

 <b>PARÁMETROS TÉCNICOS</b>	
NOMBRE DEL FABRICANTE:	Desarrollo de Productos S.A.
DENOMINACIÓN COMERCIAL:	Calentador de agua tipo acumulador de alta recuperación
PAÍS DE FABRICACIÓN:	México
No. DE SERIE:	
CATEGORÍA:	II2H3B/P
TIPO:	B1
TIPO DE GAS:	Gas Propano
PRESIÓN DE GAS:	29 mbar
POTENCIA NOMINAL:	16 kW - 57,6 MJ/h
CAPACIDAD NOMINAL:	Ver tabla No. 1
MÍNIMA PRESIÓN DE AGUA:	10 PSI
MÁXIMA PRESIÓN DE AGUA:	90 PSI
TENSIÓN:	1.5 V.D.C.
<small>Los valores declarados están dados a condiciones de referencia.</small>	
<a href="http://www.oka.com.co">www.oka.com.co</a>	

MODELO	CAPACIDAD	ALTURA	FRENTE	PROFUNDIDAD	DIÁMETRO	PESO CON AGUA
AR7.8LM	23 L - 6 GI	101,5 cm	33 cm	33 cm	---	39,8 kg
AR35GA	132 L - 35 GI	155,5 cm	---	---	43 cm	181,9 kg
AR14GA	180 L - 47 GI	147,5 cm	---	---	56 cm	243,4 kg

## CONSUMO DE GAS

Estufa = 7.38 Kw

calentador = 16 Kw

$$\sum \text{cal} + \text{est} = 7.38 \text{ Kw} + 16 \text{ Kw} = 23.38 \text{ Kw}$$

*Formula*

$$\text{potencia} = \frac{\text{Kw}}{h} * \frac{\text{BTU}}{\text{Kw}} * \frac{\text{Pie}^3}{\text{btu}} * \frac{\text{m}^3}{\text{Pie}^3}$$

$$\text{potencia} = \frac{23.38 \text{ Kw}}{h} * \frac{3412 \text{ BTU}}{\text{Kw}} * \frac{\text{Pie}^3}{1000 \text{ BTU}} * \frac{\text{m}^3}{35.13 \text{ Pie}^3} = 2.2708 \frac{\text{m}^3}{h}$$

### 9.1.2.3. 2. Calcular la eficiencia del servicio.

Caudal de simultaneidad para instalacion multiple  
baja presion G.N y GLP

$$K = \frac{.9687}{N^{.1816}}$$

$K$  = Caudal de simultaneidad

$N$  = Numero de usuarios

$$K = \frac{.9687}{5^{.1816}} = 0.72320$$

### 9.1.2.3.3. Calcular el caudal de diseño.

$$CAUDAL DE DISEÑO = NUMERO DE USUARIOS * K * CONSUMO$$

$$Q = 5 * .72 * 2.2708 \frac{m^3}{h} = 8.1749 \frac{m^3}{h}$$

**9.1.2.3.4. Calcular la longitud de servicio del aparato critico.**

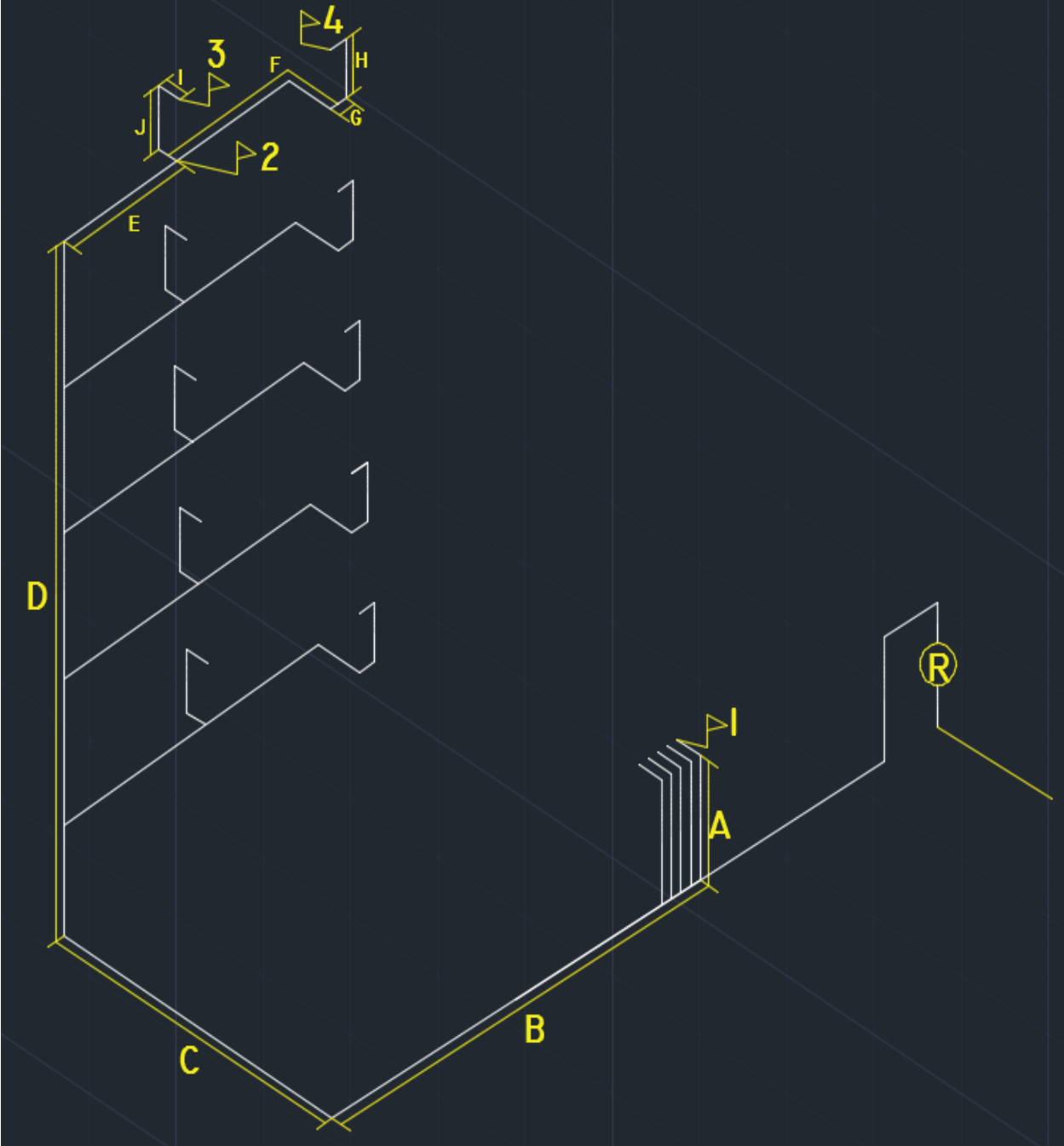
PARA CALCULAR ESTA DISTANCIA

DE ANALIZA EL ISOMETRICO Y SE ESTABLECEN LAS LONGITUDES POR TRAMO HASTA EL PISO MAS ALTO CON EL APARTO MAS ALEJADO DEL CENTRO DE MEDICION.

ALTURA ENTRE PISO 3m

CUADRO DE LONGITUDES	
TRAMO	LONG. M
A	1.2
B	2
C	3
D	15
E	2
F	3
G	0.3
H	1
I	0.1
J	1.5
TOTAL	29.1

tabla 71. Cuadro de longitudes



Isometrido regulación en una etapa multifamiliar

SE MIDE LA DISTANCIA DE QUIEBRE DE PRESION (R) AL CENTRO DE MEDICION. 1

CUADRO DE LONGITUDES	
TRAMO	LONG. M
R - 1	15
TOTAL	15

tabla 72. Cuadro de longitudes

### 9.1.2.3.5. Calcular el diametro de suministro.

EL FACTOR C SE TOMA DE TABLA

Factor "C" en función del diámetro para fórmula de Pole diseño de líneas a baja presión (Fórmula de Polyflo)		
diámetro nominal	diámetro mm	valor de "C"
3/8 a 1/2	9.53 a 13	1.65
3/4 a 1"	19.05 a 13.	1.8
1 1/4 a 1 1/2	31.5 a 38.1	1.98
2	50.8	2.16
3	76.2	2.34
4	101.6	2.42

tabla 73. Factor c de friccion

$$D = \left( \left( \frac{8.17}{.00304 * 1.98} \right)^2 \left( \frac{.67 * 15}{.9} \right) \right)^{.2} = 29.017$$

VALIDO PARA 1 ¼"

**9.1.2.3.6. Se calcula perdida en la entrada.**

$$H = \left( \frac{8.17}{.00304*1.98} \right)^2 \left( \frac{.67*15}{36.9^5} \right) = 0.27065mbr$$

$$\frac{0.27065mbr}{18mbr} * 100 = 1.5036\%$$

**ANALISIS DEL TRAMO**

presion final = presion inicial- perdida en el tramo

$$presion\ final = 18mbr - 0.27065mbr = 17.729bmr$$

$$17.729bmr = presion\ inicial\ de\ diseño$$

**9.1.2.3.7. Análisis de tramos.**

CALCULAR EL DIAMETRO EN EL TRAMO MAS LARGO DESDE CENTRO DE MEDICION 1 HASTA EL APARATO CRITICO.

$$D = \left( \left( \frac{2.78}{.00304*1.8} \right)^2 \left( \frac{.67*29.1}{.9} \right) \right)^{.2} = 22.362mm$$

PORADICION DE LONGITUD EQUIVALENTE

SE ASUME 1"

DEL RESULTADO ANTERIOR VEMOS QUE CON 27.7 mm DE DIAMETRO SE PUEDE MANEJAR UN CAUDAL DE 2.78 M3/H.

CONSULTAMOS LAS TABLAS DE FABRICANTES DE TUBERIA GALVANIZADA PARA DETERMINAR EL DIAMETRO COMERCIAL.

DIAMETRO DE 1" SE AJUSTA AL DISEÑO 1PULG=25.4 mm

DIÁMETRO NOMINAL NPS	DIÁMETRO EXTERIOR (Pulg.)	ESPELOR DE PARED (Pulg.)	PESO TUBO 6m NEGRO (Kg.)	PESO TUBO 6m GALVANIZADO (Kg.)	LARGO DEL TUBO (m)	GRADO	PRESIÓN DE PRUEBA (psi)	SCH
1/4"	0,540	0,088	3,780	3,962	6,00	A	700	40
3/8"	0,675	0,091	5,040	5,296	6,00	A	700	40
1/2"	0,840	0,109	7,620	7,887	6,00	A	700	40
3/4"	1,050	0,113	10,140	10,479	6,00	A	700	40
1"	1,315	0,133	15,000	15,479	6,00	A	700	40
1 1/4"	1,660	0,140	20,340	20,935	6,00	A	1200	40
1 1/2"	1,900	0,145	24,300	25,016	6,00	A	1200	40
2"	2,375	0,154	32,640	33,579	6,00	A	2300	40
2 1/2"	2,850	0,203	51,780	52,880	6,00	A	2500	40
3"	3,500	0,216	67,740	69,080	6,00	A	2500	40
4"	4,500	0,237	96,420	98,233	6,00	B	2210	40
6"	6,625	0,280	169,560	172,271	6,00	B	1780	40
8"	8,625	0,322	255,300	258,721	6,00	B	1570	40
10"	10,750	0,365	361,740	366,215	6,00	B	1430	40
12"	12,750	0,406	478,200	483,592	6,00	B	1340	40
16"	16,000	0,500	739,800	746,235	6,00	B	1310	40
20"	20,000	0,500	930,720	938,871	6,00	B	1050	30
24"	24,000	0,500	1121,640	1131,507	6,00	B	880	XS

tabla 74. Diámetros comerciales tubería acero galvanizado-

<http://tuboscolmena.com/colmena/wp-content/uploads/2016/06/ConduccionGas-03.pdf>

ANALISIS DE LONGITUDES EQUIVALENTES

FORMULA PARA EL CALCULO DE LAS LONGITUDES EQUIVALENTES

$$LE = \phi_{mm} * K_1 - K_2$$

SE CUENTAN LOS ACCESORIOS DE ACUERDO CON EL RECORRIDO ISOMETRICO.

DIAMETRO 1"



CODOS RECTOS MEDIOS 7

$$LE_{CODOS} = 7(27.7 * .0248 - .0796) = 4.2515$$

TEES 6 TEE DE PASO BILATERAL

$$LE_{TEES} = 6(27.7 * .0598 - .2) = 8.7388$$

$$LE = 4.2515 + 8.7388 = 12.99$$

CALCULO LONTITUD TOTAL.

$$L_{TOTAL} = 29.1 + 12.99 = 42.09m$$

TABLA PARA CLACULO DE LONGITUDES EQUIVALENTES										
LE=D*K1-K2	CODOS 45°		CODOS RECTOS					TEES DE PASO		
FACTOR	ROSCADO	SOLDADO	CORTO	MEDIO	R/D=1	R/D=8	R/D=6			
K1	0.0138	0.0617	0.0298	0.0248	0.0163	0.0123	0.0092	0.02	0.0598	
K2	0.011	0.1111	0.029	0.0796	0.0249	0.02	0.0146	0.0741	0.2045	
	3/8"	1/2"	3/4"	1	1- 1/4"	1- 1/2"	2	2- 1/2"	3	4
DIAMETROS mm	9.5	16.4	22.2	27.7	36.9	42.5	53.5	60.24	78.4	102.3
CANTIDAD				7					6	
LOGN EQUIV.				4.25152					8.7118	
12.96328										

tabla 75. Tabla para claculo de longitudes equivalentes

## LONGITUD TOTAL

LONG. TOTAL	
RECTA	29.1
EQUIV	12.96328
TOTAL	42.06328

tabla 76. Longitud total

## COMPROBACION DEL DIAMETRO.

$$D = \left( \left( \frac{2.78}{.00304 * 1.8} \right)^2 \left( \frac{.67 * 42.09}{.9} \right) \right)^{.2} = 24.075$$

SE ADMITE DISEÑAR CON 1"

## ANALISIS DE TRAMOS

SE INICIA CON LA PRESION DE PERDIDA EN EL INICIO.

<b><math>H=(Q/,00304*C)2*(G*L/D5)</math></b>																
PLANTA	TRAMO	LONGITUD EN METROS			CAUDAL	Ø	Ø	GRAV. ESPEC.	CONSTANTE	COEFICIENTE	PERDIDA/ML	PERDIDA TOTAL	PORCENTAJE	% ACUMULADO	PRESION EN mbr	
	DE A	TUBERIA	ACCESORIOS	TOTAL	M <sup>3</sup> /H	PUL	mm	GN	K	C	mbr/m	mbr	%	%	INICIAL	FINAL
6	6	1 2	29.1	12.99	42.09	2.78	1	0.67	0.003	1.8	0.011	0.446	1.594	1.485	17.73	17.28
6	6	2 4	4.6	3.6	8.2	1.54	0.5	0.67	0.003	1.65	0.049	0.399	1.424	2.909	17.28	16.88
6	6	2 3	1.9	1.8	3.7	0.71	0.5	0.67	0.00304	1.65	0.01033	0.03824	0.13656	1.62156	17.58	17.5418

NINGUN TRAMO DEBE BAJAR DE 16.1 MBR

Se finaliza comprobando velocidad

### 9.1.3. Ejemplo de aplicación 3

#### 9.1.3.1. Características principales

DISEÑO DE RED A MEDIA PRESION

TIPO DE USUARIO: MULTIPLE

REGULACION: DOS ETAPAS

TIPO DE EDIFICACION: EDIFICIO MULTIFAMILIAR

NUMERO DE PISOS: 25

NUMERO DE USUARIOS: 100

## DISEÑO ARQUITECTONICO: APARTAMENTO TIPO



<https://s-media-cache->

[ak0.pinimg.com/originals/1e/44/c6/1e44c6d18622a5f85ed2d0e0261346e9.jpg](https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/1e/44/c6/1e44c6d18622a5f85ed2d0e0261346e9.jpg)

### 9.1.3.2. Características específicas

TIPO DE GAS: GAS NATURAL

PRESION DE SERVICIO GENERAL: 350 MBAR

PRESION BAROMETRICA 724 MBAR

PERDIDA ADMITIDA EN TRAMO: 5% DE LA PRESION DE SERVICIO.

TIPO DE TUBERIA: ACERO CALIBRE 40

CANTIDAD DE EQUIPOS A GAS

1 ESTUFA DE 4 PUESTOS

1 CALENTADOR DE ACUMULACION CONCAPACIDA DE 30 GL DE AGUA.

POTENCIA INSTALADA: M3/H

RECURSOS DE DISEÑO

TABLA DE LONGITUDES EQUIVALENTES

FORMULA PARA COEFICIENTES DE SIMULTANEIDAD

FORMULA DE MUELLER PARA DISEÑOS A BAJA PRESION.

ROTULO GASODOMESTICO UTILIZADOS.

FORMULA DE CONVERSION PARA CAPACIDAD ENERGETICA DE EQUIPOS A GAS

DISTRIBUCION ARQUITECTONICA APARTAMENTO TIPO

DISEÑO ISOMETRICO DE ACUERDO A LA NTC 2505

### **9.1.3.3. Características específicas**

### **9.1.3.4. Procedimiento.**

#### **9.1.3.4. 1. Calcular la potencia instalada de los gasodomesticos**

## 1. ESTUFA 7.38 KW. MARCA CHALLENGER

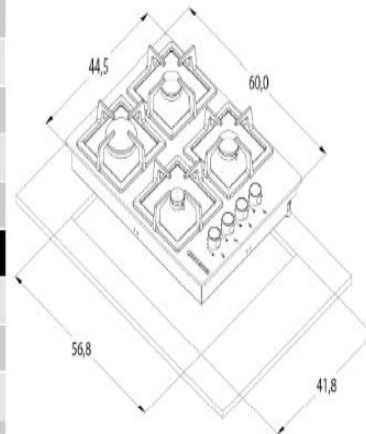


CARACTERÍSTICAS DE PRODUCTO	
Línea	Serie Cristal Squadra
Referencia Industrial	1.6759.20
Código EAN	7707061694225
Tipo de aparato	Cocina de empotrar
	reglada gas natural
	para uso doméstico
Acabado	Vidrio negro (20)

Toda la información presentada en esta ficha técnica esta sujeta a cambios sin previo aviso

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Tensión de alimentación	120 V a. c.
Frecuencia eléctrica	50/60 Hz
Presión nominal gas	20 mbar GN / 29 mbar GLP
Potencia sistema gas natural	Dos (2) Quemadores Semi rápidos (1.7KW) [6.11 MJ/h]
	Un (1) Quemador Auxiliar (1.09KW) [3.95 MJ/h]
	Un (1) Quemador Rápido (2.89KW) [10.42 MJ/h]
Potencia nominal gas natural	7.38 KW [26.59 MJ/h]
Parrillas	Cuatro (4) De hierro fundido con soportes antideslizantes de alta resistencia a la temperatura
Número de puestos	Cuatro (4)
Categoría	II 2H3B/P
Tipo	A
Controles	Cuatro (4) Parrillas laterales metálicas para controlar potencia de los quemadores
DIMENSIONES DE EMPAQUE	
Largo	63.4 cm
Ancho	43.9 cm
Alto	11.3 cm
Peso neto	11 Kg
Peso bruto	12 Kg

VENTAJAS COMPETITIVAS
Quemadores italianos SABAF alta eficiencia de última generación que reduce tiempos de cocción y ahorra gas.
Parrillas metálicas de alta disipación de calor con diseño ergonómico y empaque anti-derrames
Parrillas en hierro fundido con soportes antideslizantes de alta resistencia a la temperatura
Encendido electrónico incorporado
Empaque Anti-derrames de alta resistencia a la temperatura que evita filtraciones dentro de la cocina
Cubierta en vidrio templado de seguridad con bordes rectos y cantos redondeados
Película de seguridad interna en aluminio para proteger al vidrio



Medidas en cm

# CHALLENGER

## 2. CALENTADOR ACUMULADOR 16 KW MARCA OKA.



# Manual de instrucciones Tipo B1

## Calentador de agua tipo acumulador Tipo B1

### Este manual contiene:

1. Advertencias preliminares.
2. Parámetros técnicos.
3. Instrucciones técnicas para la instalación, ajuste y mantenimiento.
4. Instrucciones de uso y mantenimiento.
5. Instrucciones para conversión a diferentes gases.

### Lea las instrucciones antes de instalar y poner en funcionamiento este calentador.



Para el uso de este calentador se requiere mezclar en la ducha. Al mezclar el agua primero se pasa al agua fría y luego al agua caliente, hasta lograr la temperatura ideal. El uso de agua caliente al agua caliente puede ocasionar quemaduras.

Este artefacto debe instalarse en un sitio independiente a las labores de vivienda y provisto de una ventilación apropiada (directa o indirecta) al exterior.

Este calentador requiere un conducto de evacuación de los productos de la combustión conforme a la NTC 3833-1. Actualización: 2002-03-11.

## Garantía 18 meses



**AR7.8LM**

**AR35GA**



**AR14GA**



## 2. Parámetros técnicos

 <b>PARÁMETROS TÉCNICOS</b>	
NOMBRE DEL FABRICANTE:	Desarrollo de Productos S.A.
DENOMINACIÓN COMERCIAL:	Calentador de agua tipo acumulador de alta recuperación
PAÍS DE FABRICACIÓN:	México
No. DE SERIE:	
CATEGORÍA:	IIH38/P
TIPO:	B1
TIPO DE GAS:	Gas Natural
PRESIÓN DE GAS:	20 mbar
POTENCIA NOMINAL:	16 kW - 57,6 MJ/h
CAPACIDAD NOMINAL:	Ver tabla No. 1
MÍNIMA PRESIÓN DE AGUA:	10 PSI
MÁXIMA PRESIÓN DE AGUA:	90 PSI
TENSIÓN:	1.5 V.D.C.
Los valores declarados están dados a condiciones de referencia.	
www.oka.com.co	

 <b>PARÁMETROS TÉCNICOS</b>	
NOMBRE DEL FABRICANTE:	Desarrollo de Productos S.A.
DENOMINACIÓN COMERCIAL:	Calentador de agua tipo acumulador de alta recuperación
PAÍS DE FABRICACIÓN:	México
No. DE SERIE:	
CATEGORÍA:	IIH38/P
TIPO:	B1
TIPO DE GAS:	Gas Propano
PRESIÓN DE GAS:	29 mbar
POTENCIA NOMINAL:	16 kW - 57,6 MJ/h
CAPACIDAD NOMINAL:	Ver tabla No. 1
MÍNIMA PRESIÓN DE AGUA:	10 PSI
MÁXIMA PRESIÓN DE AGUA:	90 PSI
TENSIÓN:	1.5 V.D.C.
Los valores declarados están dados a condiciones de referencia.	
www.oka.com.co	

MODELO	CAPACIDAD	ALTURA	FRENTE	PROFUNDIDAD	DIÁMETRO	PESO CON AGUA
AR7.8LM	23 L - 6 GI	101,5 cm	33 cm	33 cm	---	39,8 kg
AR35GA	132 L - 35 GI	155,5 cm	---	---	43 cm	181,9 kg
AR14GA	180 L - 47 GI	147,5 cm	---	---	56 cm	243,4 kg



## CONSUMO DE GAS

Estufa = 7.38 Kw

calentador = 16 Kw

$$\sum \text{cal} + \text{est} = 7.38 \text{ Kw} + 16 \text{ Kw} = 23.38 \text{ Kw}$$

*Formula*

$$\text{potencia} = \frac{\text{Kw}}{h} * \frac{\text{BTU}}{\text{Kw}} * \frac{\text{Pie}^3}{\text{btu}} * \frac{\text{m}^3}{\text{Pie}^3}$$

$$\text{potencia} = \frac{23.38 \text{ Kw}}{h} * \frac{3412 \text{ BTU}}{\text{Kw}} * \frac{\text{Pie}^3}{1000 \text{ BTU}} * \frac{\text{m}^3}{35.13 \text{ Pie}^3} = 2.2708 \frac{\text{m}^3}{h}$$

Consumo de gas total

*CAUDAL DE DISEÑO = NUMERO DE USUARIOS \* CONSUMO*

$$Q_{TOTAL} = 100 * 2.2708 \frac{\text{m}^3}{h} = 227.08 \frac{\text{m}^3}{h}$$

### 9.1.3.4. 2. Calcular la eficiencia del servicio

Caudal de simultaneidad para instalacion multiple  
baja y media presion G.N y GLP

$$K = \frac{.9687}{N^{.1816}}$$

$K$  = Caudal de simultaneidad

$N$  = Numero de usuarios

$$K = \frac{.9687}{100^{.1816}} = 0.41975$$

### 9.1.3.4. 3. Calcular el caudal de diseño.

*CAUDAL corregido = NUMERO DE USUARIOS \* K \* CONSUMO*

$$Q_{\text{corregido}} = 100 * 2.2708 \frac{m^3}{h} * .419 = 95.147 \frac{m^3}{h}$$

**9.1.3.4. 3. Calcular tramos**

**PRIMER TRAMO**

2. CALCULAR LA LONGITUD DE SERVICIO AL PRIMER PUNTO DE QUIEBRE DESDE NICHOS

REGULACION HASTA EL PISO 1

PARA CALCULAR ESTA DISTANCIA DE ANALIZA EL ISOMETRICO Y SE ESTABLECEN LAS LONGITUDES POR TRAMO HASTA EL PRIMER PUNTO DE QUIEBRE DE PRESION DONDE SE INSTALA EL CENTRO DE MEDICION DE BAJA PRESION

COMO EJEMPLO TOMAMOS 15 M Y CALCULAMOS EL DIAMETRO CON LA MAXIMA PRESION PERMITIDA.

$$D = \left( \frac{Q}{\left( \frac{461}{10^7 * G * 425} \right) \left( \frac{P_1^2 - P_2^2}{L} \right)^{.525}} \right)^{\frac{1}{2.725}}$$

$$\left( \frac{95.147}{\left( \frac{461}{10^7 * .67 * 425} \right) \left( \frac{1069^2 - 1015.55^2}{25} \right)^{.525}} \right)^{\frac{1}{2.725}} = 38.652$$

TOMAMOS DIAMETRO COMERCIAL.

Y TOMAMOS UN DIAMETRO 1- 1/2" PARA CALCULAR LA PERDIDA EN EL TRAMO

LA PRESION DE SERVICIO MAS LA PRESION BAROMETRICA ES LA PRESION INICIAL

350+724=1069 MBAR

$$P_2 = \left[ P_1^2 - \left( \frac{Q * G^{.425} * 10^7}{D^{2.725} * 461} \right)^{1.7391} * L \right]^{.5}$$

$$P_2 = \left[ 1069^2 - \left( \frac{95.147 * .67^{.425} * 10^7}{42.5^{2.725} * 461} \right)^{1.7391} * 15 \right]^{.5} = 1059.4_{MBAR}$$

$$P_1 - P_2 = PERDIDA$$

$$1069 - 1059.4 = 9.6$$

$$\frac{9.6}{345} * 100 = 2.7826\%$$

EL DIAMETRO CUMPLE.

CALCULAMOS EL SEMI TRAMO PISO 1 A PISO 5

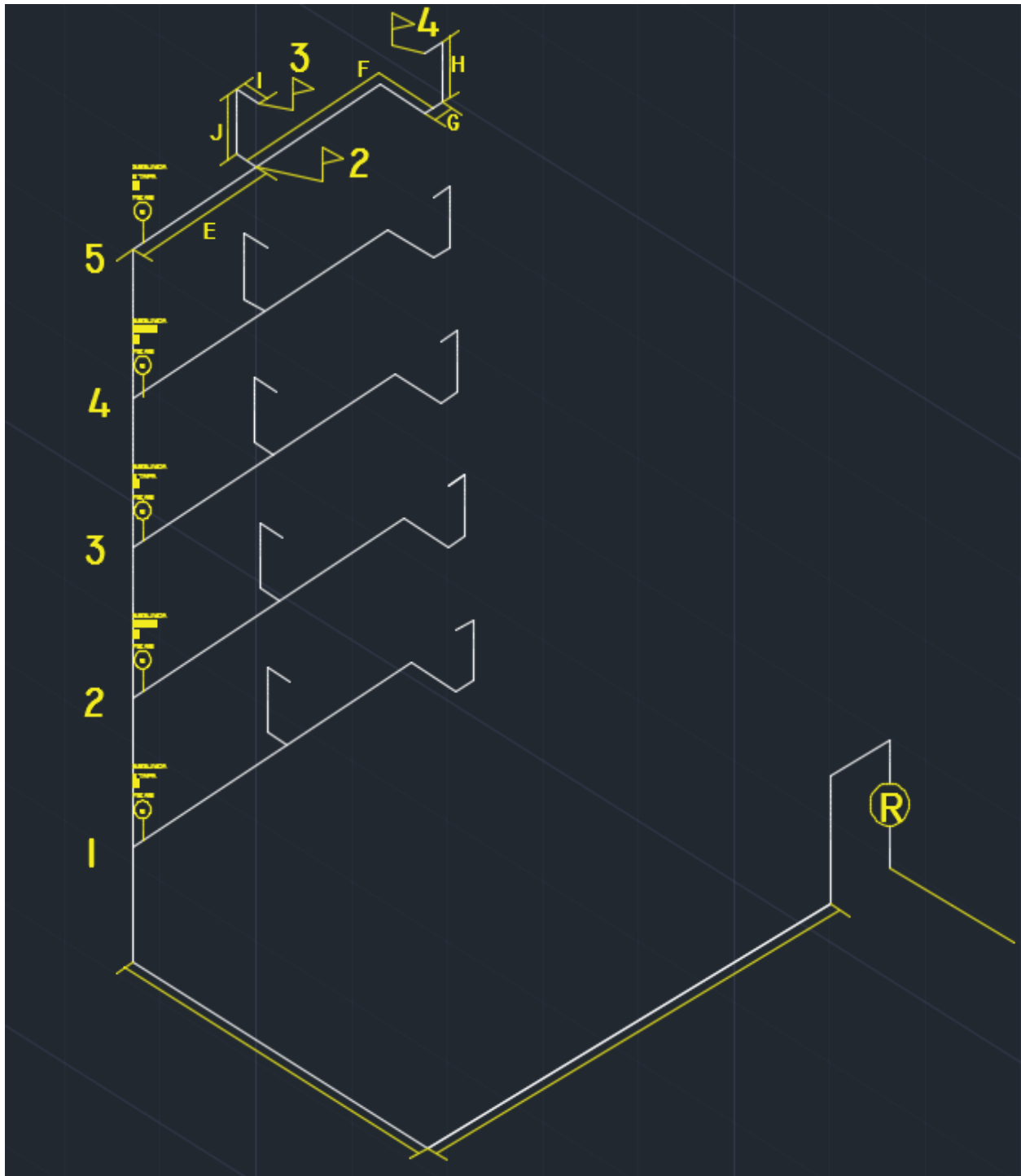
POR SER UN TRAMO DE ASCENSO .5M SE MANTIENE EL DIAMETRO Y SE TOMA LA ULTIMA

PRESION P

$$P_2 = \left[ 1059.4^2 - \left( \frac{95.147 * .67^{.425} * 10^7}{42.5^{2.725} * 461} \right)^{1.7391} * .5 \right]^{.5} = 1059.1$$

LA NUEVA PRESION ES 1059.1

LA PERDIDA MANTIENE EL DIAMETRO.



CALCULAMOS EL NUEVO CAUDAL CORREGIDO

Caudal de simultaneidad para instalacion multiple  
baja y media presion G.N y GLP

$$K = \frac{.9687}{N^{.1816}}$$

$K$  = Caudal de simultaneidad

$N$  = Numero de usuarios

$$K = \frac{.9687}{80^{.1816}} = 0.43711$$

$$Q_{CORREGIDO} = 80 * 2.2708 * .437 = 79.387 \frac{m^3}{h}$$

CALCULO DE DIAMETRO

$$D = \left( \frac{79.387}{\left( \frac{461}{10^7 * .67^{.425}} \right) \left( \frac{1059.1^2 - 1006.14^2}{15} \right)^{.525}} \right)^{\frac{1}{2.725}} = 32.894$$

BAJA DIAMETRO A 1- 1/4"

CALCULO DE PERDIDA.

$$P_2 = \left[ 1059.1^2 - \left( \frac{79.38 * .67^{.425} * 10^7}{36.9^{2.725} * 461} \right)^{1.7391} * 15 \right]^{.5} = 1045.2$$

$$P_1 - P_2 = PERDIDA$$

$$1059.1 - 1045.2 = 13.9$$

$$\frac{13.9}{345} * 100 = 4.0290\%$$

TRAMO PISO 5 A PISO 10

LA NUEVA PRESIONES 1045.2

CALCULAMOS EL NUEVO CAUDAL CORREGIDO

Caudal de simultaneidad para instalacion multiple  
baja y media presion G.N y GLP

$$K = \frac{.9687}{N^{.1816}}$$

$K$  = Caudal de simultaneidad

$N$  = Numero de usuarios

$$K = \frac{.9687}{60^{.1816}} = 0.46055$$

$$Q_{CORREGIDO} = 60 * 2.2708 * .460 = 62.674 \frac{m^3}{h}$$

CALCULO DE DIAMETRO

$$D = \left( \frac{62.67}{\left( \frac{461}{10^7 * .67^{.425}} \right) \left( \frac{1045.2^2 - 992.94^2}{15} \right)^{.525}} \right)^{\frac{1}{2.725}} = 30.315$$

SE MANTIENE DIAMETRO A1- ¼"

CALCULO DE PERDIDA.

$$P_2 = \left[ 1045.2^2 - \left( \frac{62.67 * .67^{.425} * 10^7}{36.9^{2.725} * 461} \right)^{1.7391} * 15 \right]^{.5} = 1035.9$$

$$P_1 - P_2 = PERDIDA$$

$$1045.2 - 1035.9 = 9.3$$

$$\frac{9.3}{345} * 100 = 2.6957\%$$

## TRAMO PISO 10 A PISO 15

LA NUEVA PRESIONES 1035.9

CALCULAMOS EL NUEVO CAUDAL CORREGIDO

Caudal de simultaneidad para instalacion multiple  
baja y media presion G.N y GLP

$$K = \frac{.9687}{N^{.1816}}$$

$K$  = Caudal de simultaneidad

$N$  = Numero de usuarios

$$K = \frac{.9687}{40^{.1816}} = 0.49574$$

$$Q_{CORREGIDO} = 40 * 2.2708 * 0.49574 = 45.029 \frac{m^3}{h}$$

CALCULO DE DIAMETRO

$$D = \left( \frac{45.02}{\left( \frac{461}{10^7 * .67^{.425}} \right) \left( \frac{1035.9^2 - 984.1^2}{15} \right)^{.525}} \right)^{\frac{1}{2.725}} = 26.942$$

SE MANTIENE DIAMETRO A1- 1/4"

CALCULO DE PERDIDA.

$$P_2 = \left[ 1059.4^2 - \left( \frac{95.147 * .67^{.425} * 10^7}{42.5^{2.725} * 461} \right)^{1.7391} * .5 \right]^{.5} = 1059.1$$

$$P_2 = \left[ 1035.9^2 - \left( \frac{42.02 * .67^{.425} * 10^7}{36.9^{2.725} * 461} \right)^{1.7391} * 15 \right]^{.5} = 1031.2$$

$$P_1 - P_2 = \text{PERDIDA}$$

$$1035.9 - 1031.2 = 4.7$$

$$\frac{4.7}{345} * 100 = 1.3623\%$$

## TRAMO PISO 15 A PISO 20

LA NUEVA PRESIONES 1031.2

CALCULAMOS EL NUEVO CAUDAL CORREGIDO

Caudal de simultaneidad para instalacion multiple  
baja y media presion G.N y GLP

$$K = \frac{.9687}{N^{.1816}}$$

$K$  = Caudal de simultaneidad

$N$  = Numero de usuarios

$$K = \frac{.9687}{20^{.1816}} = 0.56224$$



$$Q_{CORREGIDO} = 20 * 2.2708 * 0.5622 = 25.533 \frac{m^3}{h}$$

CALCULO DE DIAMETRO

$$D = \left( \frac{25.53}{\left( \frac{461}{10^7 * .67^{.425}} \right) \left( \frac{1031.2^2 - 979.6^2}{15} \right)^{.525}} \right)^{\frac{1}{2.725}} = 21.914$$

SE BAJA DIAMETRO A 1"

CALCULO DE PERDIDA.

$$P_2 = \left[ 1031.2^2 - \left( \frac{25.53 * .67^{.425} * 10^7}{27.7^{2.725} * 461} \right)^{1.7391} * 15 \right]^{.5} = 1023.5$$

$$P_1 - P_2 = PERDIDA$$

$$1031.2 - 1023.5 = 7.7$$

$$\frac{7.7}{345} * 100 = 2.2319\%$$

DIAMEROS EN LA RED 1- ½, 1- ¼ Y 1"

Se finaliza comprobando velocidad

## **Bibliografía y cibergrafía**

Cibergrafía tesis

<https://geologiadeexplotacion.files.wordpress.com/2012/03/7-roca-generadora.pdf>

[http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica\\_/estadistica/termodinamica/termo/Termo.html](http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica_/estadistica/termodinamica/termo/Termo.html)

<http://slideplayer.es/slide/1109616/>

<http://www.geologos.or.cr/la-mujer-virtuosa/>

<http://slideplayer.es/slide/1109571/>

[http://es.slideshare.net/gaby\\_jacome/el-metano-32895426](http://es.slideshare.net/gaby_jacome/el-metano-32895426)

<http://profesores.fi-b.unam.mx/l3prof/Carpeta%20energ%EDa%20y%20ambiente/Gas%20Natural.pdf>

<http://es.slideshare.net/cliverusvel/gas-licuado-de-petrleo>

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/201a300/ns pn0291.pdf>

<http://www.ecopetrol.com.co/especiales/transporte.swf>

<http://download.rincondelvago.com/yacimiento-de-gas>

[https://es.wikipedia.org/wiki/Leyes\\_de\\_los\\_gases](https://es.wikipedia.org/wiki/Leyes_de_los_gases)

[http://www.educaplus.org/gases/ley\\_avogadro.html](http://www.educaplus.org/gases/ley_avogadro.html)

<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/gases/flujodegases.html>

[http://www.educaplus.org/gases/ley\\_avogadro.html](http://www.educaplus.org/gases/ley_avogadro.html)

[http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-31848\\_recurso\\_gif.gif](http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-31848_recurso_gif.gif)

<http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/w3-channel.html>

<https://www.sedigas.es/>

## **Bibliografía**

- 1. Programa de capacitación para mejorar la competitividad y el desarrollo tecnológico en el sector energético: gas . Convenio 00016 Sena- aene consultoria.**
- 2. instalaciones hidráulicas , sanitarias y de gas RAFAEL PEREZ CARMONA**
- 3. Memorias curso sobre redes a gas universidad javeriana año 1997**
- 4. Biblioteca del instalador de gas editorial ceac España.**